Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Tamaricaceen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der hohen philosophischen Fakultät der Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Vorgelegt von *Carl Brunner*
aus Castell.

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Juli 1909.

Hamburg 1909.

Gedruckt bei Lütcke & Wulff, E. H. Senats Buchdruckern.

154

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542704_0124

Einleitung.

Die anatomischen Verhältnisse in der Familie der Tamaricaceen, in der eine Anzahl typischer Wüstenpflanzen vertreten ist, wurden in eingehender, eine größere Zahl von Arten aller Gattungen berücksichtigenden Weise nur hinsichtlich der Blattstruktur untersucht. (Vesque, Contributions à l'histologie systématique de la feuille des Caryophyllinées Ann. sc. nat. VI. sér., tome XV, p. 137.) Über die Struktur der Achse und der Samen liegen dagegen nur allgemein orientierende Untersuchungen und einige kurze gelegentliche Beobachtungen vor.

Von ersteren seien in chronologischer Reihe namentlich genannt in bezug auf die Achsenstruktur die Angaben von Möller („Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes". Denkschr. Kais. Akad. Wien XXXVI, 1876, p. 329, und „Anatomie der Baumrinden", Berlin 1882, p. 255); Solereder („Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen", München 1885, p. 74); Maury (Anatomie comparée de quelques espèces caractéristiques du Sahara algérien, Assoc. franç av. sci., Toulouse 1887, p. 611); Petersen (Diagnostik Vedanatomi, Kopenhagen 1901); Pitard (Recherches sur l'évolution et la valeur anatomique et taxinomique du péricycle des Angiospermes, Bordeaux 1901, p. 73). Die anatomischen Verhältnisse der Samen berücksichtigt Pritzel („Der systematische Wert der Samenanatomie, insbesondere des Endosperms bei den Parietales"; Engler, bot. Jahrb. XXIV, 1898, p. 368).

Alle diese Untersuchungen erstrecken sich nur auf einzelne Typen und lassen in der Kenntnis der einzelnen Arten eine Reihe von Fragen offen, zu deren Lösung es wünschenswert erschien, ein entsprechend ausgedehntes Material systematisch durchzuarbeiten.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen war einerseits, daß die für die Familie und einzelne Gattungen aufgestellten Charaktere im allgemeinen ihre Bestätigung fanden auch für das ausgedehnte Untersuchungsmaterial,

andererseits, daß noch besonders interessante Verhältnisse bei einigen Gattungen aufgedeckt werden konnten.

In letzterer Hinsicht seien hier nur kurz genannt die eigenartigen Korkschichten, die bei den Angehörigen der Gattung *Reaumuria* im Holzkörper an den Jahresringgrenzen auftreten und wahrscheinlich mit den Lebensbedingungen zusammenhängen, denen diese typischen Wüstenpflanzen unterworfen sind. Ferner sei auf die besondere Art der Korkbildung in der Rinde hingewiesen, die ebenfalls bei *Reaumuria* und der ihr nahe verwandten *Hololachne* angetroffen wurde und einen weiteren Fall der bisher nur sehr selten beobachteten Korkbildung ohne Phellogen darstellt. Die Entwicklungsgeschichte der eigenartigen, für die Familie charakteristischen Oberhautdrüsen, die bei einer Tribus schon an den Keimblättern des Embryos auftreten, konnte näher verfolgt und Modifikationen im Bau der Drüsen bei einzelnen Arten nachgewiesen werden. Ebenso auch das konstante Auftreten von Sklerenchymgewebe in der primären und sekundären Rinde, das bei bestimmten Arten der Gattung *Tamarix* und *Myricaria* charakteristischen Bau und Anordnung zeigt und in Verbindung mit den übrigen anatomischen Verhältnissen der Achse die Trennung der Gattungen nach endomorphen Merkmalen ermöglicht.

Die vorliegende Arbeit zerfällt in vier Kapitel. Das erste Kapitel bringt in einem allgemeinen Teil einen Überblick über die in der Rinde beobachteten Strukturverhältnisse, wobei die genauere Besprechung der charakteristischen Außendrüsen am Schlusse in einem besonderen Abschnitt erfolgt, und in einem speziellen die anatomische Charakteristik der einzelnen Arten. In den folgenden Kapiteln sind unter II die anatomischen Verhältnisse des Holzkörpers und des Markes, unter III die Struktur der Samenanlagen und der reifen Samen, unter IV die Pollenstruktur in zusammenfassender Weise dargestellt, da sich hier die einzelnen Arten im allgemeinen weniger different erwiesen.

Am Schlusse der Arbeit findet sich ein Verzeichnis der den einzelnen Untersuchungen zugrunde gelegten Materialien, die den Herbarien der Botanischen Staatsinstitute zu Hamburg, dem Universitätsherbar zu Erlangen, dem Staatsherbar in München und dem Herbarium Haussknecht in Weimar entstammen. Für die Überlassung desselben bin ich insbesondere Herrn Prof. Dr. E. Zacharias, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Radlkofer, Konservator des Botanischen Museums in München, sowie Herrn J. Bornmüller, Kustos des Haussknechtschen Herbars in Weimar, zu großem Danke verpflichtet.

Zum Schlusse möge es mir gestattet sein, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Solereder, für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

I. Rindenstruktur.

A. Allgemeiner Teil.

Über die Struktur der Rinde bei den Tamaricaceen liegen in der Literatur verhältnismäßig wenige Angaben vor. Die meisten von diesen beschäftigen sich mit den Verhältnissen der artenreichen Gruppe der Tamariceen, während bezüglich der Reaumurieen nur vereinzelte Beobachtungen zu finden sind.

Stahl[1]) (1873) beschreibt die Gestalt und Entwicklungsgeschichte der in der Rinde alter *Tamarix*-Stämme öfter auftretenden Lenticellen. Möller[2]) (1882) hat als erster die anatomischen Verhältnisse in der primären und sekundären Rinde einer Art (*T. africana*) genauer untersucht. Von Maury[3]) (1887) stammt eine Darstellung dieser Verhältnisse in den jungen „blattlosen" Zweigen von *T. articulata,* auf die zur selben Zeit auch Volkens[4]) (1887) eingeht, der auch *T. mannifera* und *tetragyna* kurz in den Kreis seiner Betrachtung zieht. Über das Assimilationsgewebe der Zweigrinde von *T. articulata* findet sich bei Russel[5]) eine kurze Notiz. Warming[6]) (1897) bezeichnet den Bau der Stengelrinde bei *T. gallica* als entsprechend den für das Blatt mitgeteilten Verhältnissen. Pitard[7]) (1901) beschreibt Bau und Entwicklung der perizyklischen Gewebe von *T. africana* und *Myricaria germanica.* Jönsson[8]) (1902) streift kurz die Verhältnisse in der Rinde eines älteren Stammes einer *Tamarix*-Art.

Für die Reaumurieen kommt in Betracht die kurze Angabe von Volkens[9]) über die Ausbildung der primären Rinde und die Bildung des Korkes bei *Reaumuria hirtella.*

---

[1]) Stahl, Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Lenticellen. Bot. Zeitg. 1873, p. 598.

[2]) Möller, Baumrinden, p. 255.

[3]) P. Maury, Anatomie comparée de quelques espèces caractéristiques du Sahara algérien. Assoc. franç. avanc. science Toulouse 1887, II. pt., p. 611.

[4]) J. Volkens, Flora der ägyptisch-arabischen Wüste, p. 107.

[5]) W. Russel, Sur la structure du tissu assimilateur des tiges chez les plantes méditerranéennes. Compt. rend. T. 115, p. 524.

[6]) E. Warming, Halofyt-Studier. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. 6. Räkke, naturviden. Afd. VIII, 1897, 4, p. 216.

[7]) Pitard, Recherches sur l'évolution et la valeur anatomique et taxinomique du Péricycle des Angiospermes. Bordeaux 1901, p. 73.

[8]) Jönsson, Anatomischer Bau der Wüstenpflanzen. Lunds Univ. Arsskr. XXXVIII, 1902, p. 39.

[9]) Volkens, l. c. p. 107.

Bezüglich der Rindenstruktur ergeben sich scharf ausgeprägte Unterschiede in den beiden Triben der Reaumurieen und der Tamariceen.

Die Angehörigen der ersteren, typische Halbsträucher mit verhältnismäßig kurzlebigen oberirdischen Organen, weisen einen grundsätzlich anderen Bauplan der Rinde auf als die meist baumförmig auftretenden, ausdauernden Arten der zweiten Gruppe. Ein fundamentaler Unterschied ist schon in folgendem gegeben. Der frühzeitig von außen nach innen unter der Einwirkung einer inneren, meist eines besonderen Meristems entbehrenden Korkbildung absterbenden Rinde bei den Reaumurieen steht die lange in Tätigkeit und auch sehr lange mit dem Stamm in Verbindung bleibende mit „Oberflächlicher" Korkbildung ausgestattete Rinde bei den Tamariceen gegenüber. Außer diesem Hauptmoment weist noch die Ausbildung des Rindenparenchyms, des Perizykels und des Bastes grundsätzliche und streng auf die beiden Gruppen beschränkte Verschiedenheiten auf. Einzelne eigentümliche Einrichtungen, und zwar solche, die mit dem Charakter als Wüstenpflanzen einer Reihe von Angehörigen beider Gruppen zusammenhängen, sind allen Arten der Familie gemeinsam und liefern so den Beweis, daß ererbte anatomische Charaktere auch unter veränderten Lebensbedingungen nicht so leicht aufgegeben werden. Dahin gehören der Besitz besonderer Drüsen in der Rindenepidermis sowie das auffallend reichliche Auftreten von Gerbstoff in allen Elementen der Rinde, in physiologischer Beziehung die Unfähigkeit der Spaltöffnungen, sich zu schließen.

In folgendem soll nun eine übersichtliche Darstellung der in den einzelnen Organen der Rinde beobachteten Verhältnisse gegeben werden.

Primäre Rinde.

Was die Epidermiszellen der Rinde anlangt, so werden in der ganzen Familie nur geradlinige oder höchstens schwach gebogene Seitenwände angetroffen, die bei den Tamariceen nach keiner Richtung besonders verlängert erscheinen, bei den Reaumurieen dagegen durchgehend bedeutend in der Richtung der Sproßachse verlängert sind und sich meist gegen die Enden hin merklich verschmälern.

Die Außenwand weist Verschiedenheiten in der Dicke auf. Einzelne Arten sind durch besondere Dicke derselben, die dann gewöhnlich auch bei der Innenwand zu bemerken ist, ausgezeichnet. Auffällig zartwandige Epidermiszellen wurden selten (*Hololachne, T. smyrnensis*) beobachtet. Die Cuticula ist kräftig und zeigt in ihrer Stärke keine großen Schwankungen. Sie springt leistenförmig tief zwischen die Zellen ein und zeigt hier bei den Reaumurieen in der Aufsicht zahlreiche tüpfelähnliche Aussparungen, in welche die Zelluloseschichten beiderseitig zapfenförmig eindringen. Gemeinsam ist allen untersuchten Arten der Familie eine die Cuticula

überziehende Wachsschicht, die jedoch auf der Außenwand der Drüse und an den Wänden des Drüsenvorraumes fehlt. Sie ist nach der Behandlung mit Osmiumsäure leicht zu erkennen, deutlich aber nur bei den jüngeren Teilen des Sprosses, dem sie oft ein bereiftes Aussehen verleiht. *(Myricaria germanica.)*

Vollständig ebene Außenwände wurden verhältnismäßig selten beobachtet. Meist sind die Außenwände mehr oder minder konvex vorgewölbt und nicht selten ist eine deutliche Papillenbildung vorhanden. Eine subpapillöse Ausbildung der Wand, d. h. eine solche, die man nicht mehr als einfach konvexe Vorwölbung bezeichnen kann, tritt selten auf; häufig sind deutliche Papillen mit einer mittleren Länge bis 25 μ. Auffällig groß und haarartig wurden sie nur einmal beobachtet (*T. hispida* bis 500 μ). In bezug auf die Wandstärke der Papillen sind vielfach Übergänge vorhanden von ganz zartwandigen, besonders bei den großen Formen, bis zu dickwandigen, an der Spitze oft etwas knopfartig angeschwollenen mit fast strichförmigem Lumen. Beobachtungen, welche zur Annahme einer Wasseraufnahme durch die Papillen hätten führen können, wie sie bei Wüstenpflanzen nicht selten sind und bei der Lebensweise vieler Arten zu vermuten waren, konnten nicht gemacht werden.

Bei der Bildung der Papillen ist gewöhnlich nur der zentrale Teil der Außenwand beteiligt; selten wurden solche mit breiter Basis beobachtet, wobei die ganze Außenwand aufgetrieben erschien. Dabei sind es entweder fast sämtliche Epidermiszellen, die Papillen tragen, oder nur ein größerer Teil, so in den meisten Fällen, oder die Bildung solcher ist überhaupt nur auf Teile der Rinde beschränkt, so auf die den Blättern gegenüberliegende, die ich in folgendem als freie Seite bezeichnen möchte, oder allgemein auf die oberen Partien des Sprosses. Scheidewände in den Epidermiszellen wurden bei zwei Arten von *Tamarix* beobachtet. Bei *T. articulata* sollen nach Angabe von Marloth[1]) die südafrikanischen Exemplare eine zweischichtige Epidermis besitzen. Bei Exemplaren aus Südwestafrika konnten tatsächlich tangentiale Scheidewände, zwar nicht durchgehends, aber an vielen Stellen der Epidermis beobachtet werden. Bei *T. dioica* treten sehr vereinzelt radiär gestellte sekundäre Wände auf.

Als Inhaltsstoffe finden sich bei einer Reihe von *Tamarix*-Arten gerbstoffartige Massen von heller oder dunkler Färbung; gewöhnlich sind dann die übrigen Rindengewebe ebenfalls sehr reich an solchen.

Spaltöffnungen fehlen anscheinend bei einer Anzahl Arten der Gattung *Reaumuria* in der Rindenepidermis. Wenn vorhanden, gleichen sie denen der Blätter und sind fast immer senkrecht zur Sproßrichtung orientiert.

---

[1]) Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1887, p. 319.

Die Drüsen, die immer in der Rindenepidermis vorhanden sind. schwanken in ihrer Häufigkeit. Auf ein Quadratmillimeter treffen bei den genauer daraufhin geprüften Reaumurieen zwischen fünf und fünfzig Drüsen. Doch kann ein großer Wert diesen Zahlen nicht beigemessen werden, da die Anordnung der Drüsen in den Internodien oft unregelmäßig wechselt; so konnte bisweilen ein Zusammendrängen der Drüsen auf ringartige, senkrecht zur Sproßrichtung orientierte Bezirke der Rinde beobachtet werden. Die obigen Zahlen stellen übrigens Mittelwerte von je drei Flächenschnitten innerhalb der ersten 10 Millimeter unter der Spitze eines wohlentwickelten Haupttriebes dar.

Von der genaueren Struktur der Drüsen soll in einem besonderen Kapitel die Rede sein.

Was das parenchymatische Gewebe der primären Rinde anlangt, so sind die Reaumurieen ausgezeichnet durch langgestreckte, an den Enden abgerundete, schlauchförmige Zellen, die Tamariceen dagegen durch kurze, meist iso-diametrische Zellen, die in bestimmten Fällen, wenn bei einer oft sehr weitgehenden Reduktion der Blattspreite die Assimilationstätigkeit der Rinde übertragen ist, palisadenartig in radialer Richtung gestreckt und bisweilen in mehreren Etagen angeordnet sind.

In den äußeren Lagen unmittelbar unter der Epidermis sind die schlauchförmigen Zellen der Reaumurieen, die zwischen sich gewöhnlich weite Interzellularräume lassen, in vielen Fällen durch besonders starke, einfach getüpfelte Wände ausgezeichnet, deren Primärlamelle später verholzt, während die Sekundärlamelle unverändert bleibt, die Tertiärlamelle dagegen verkorkt. Bei den Tamariceen bleibt der Zellulosecharakter der Zellwände gewöhnlich lange erhalten, außer bei den Zellen, die sich zu dickwandigen und dann fast immer Einzelkristalle führenden Steinzellen entwickeln, die oft durch die ungleiche Stärke ihrer Wände auffallen und in kleineren oder größeren oft plattenförmigen Gruppen in den äußeren Partien der primären Rinde auftreten. Einzelne dieser Steinzellen führen als besonders große, gewöhnlich tangential gestreckte Idioblasten mehrere Kristalle.

Diese „diffuse Sklerose“ ist für alle Tamariceen typisch, kann aber bei einzelnen Arten im ersten Jahre oder wenigstens vor Beginn der Korkbildung sehr schwach auftreten. Collenchymatische Wandverdickung findet sich selten und nur in schwacher Ausbildung.

Große, wohlentwickelte Kristalle von oxalsaurem Kalk finden sich, wenigstens in älteren Sprossen, bei allen untersuchten Arten der Gattung *Tamarix*. Vorherrschend sind es Rhomboeder, wie in den eben erwähnten Steinzellen der Rinde und in dem unten zu besprechenden, ebenfalls sklerosierten Markstrahlgewebe der sekundären Rinde. In unveränderten

Parenchymzellen sind sie dagegen seltener und immer klein; hiefür treten Kristalldrusen auf, besonders bei Arten mit geringer Sklerose.

Kleine Drusen finden sich auch bei einigen *Reaumuria*-Arten. Konkretionen anderer kristallähnlicher Körper von nicht näher bekannter chemischer Beschaffenheit zeigt *R. mucronata*.

Als weiterer Inhalt der Rindenzellen kommt noch Chlorophyll und damit im Zusammenhang manchmal kleinkörnige Stärke vor. Ersteres findet sich immer reichlich entwickelt bei den Tamariceen, spärlich dagegen bei den Reaumurieen, wo es bald zurücktritt und die primären Rindenzellen nur noch eine Zeitlang als Wasserspeicher funktionieren. Gerbstoff ist in den Rindenzellen sehr häufig und bei einzelnen *Tamarix*-Arten in auffallender Menge vorhanden.[1]) *Reaumuria fruticosa* besitzt außerdem noch typische aus Parenchymzellen hervorgegangene Gerbstoffschläuche, die an der Außenseite der perizyklischen Faserbündel in axialer Richtung verlaufen.

Die Farbe der durchweg eisenbläuenden Gerbstoffmassen wechselt von lichtem Gelb bis zu tief dunklem, fast schwarzem Braun.

Außerdem seien noch die erheblichen Mengen von anorganischen Salzen, meist Chloriden, hervorgehoben, die sich bei einer Reihe von *Reaumuria*-Arten in dem wasserspeichernden Gewebe finden. Sie lassen sich mikrochemisch mit Silbernitratlösung in Trockenschnitten sehr leicht nachweisen.

Die primären Rindenmarkstrahlen fehlen bei den Reaumurieen, was der sehr undeutlichen Ausbildung der Markstrahlen des Holzes entspricht. Bei den Tamariceen sind sie immer deutlich, meist mehrere Zellen breit, zartwandig oder später nur in geringem Maße im Anschluß an die Faserzellen des Perizykels sklerosiert.

Hier ist es noch nötig, näher auf die etwas komplizierteren Verhältnisse in der primären Rinde derjenigen Arten der Gattung *Tamarix* einzugehen, die durch den Besitz von Blättern ausgezeichnet sind, welche an ihrem Grunde dem Sproß breit angeheftet sind und gewissermaßen eine größere oder geringere Strecke weit an diesem herablaufen oder auch durch solche, die äußerlich betrachtet unter Reduktion der freien Blattspreite auf ein winziges Spitzchen den Stamm scheinbar scheidenartig fast auf die ganze Länge des Internodiums umfassen. Als Vertreter der ersten Gruppe seien *T. macrocarpa* und *T. passerinoides* genannt, für letztere *T. articulata, T. dioica, T. ericoides* und *T. stricta,* die in dieser Beziehung

[1]) Die Rinden einiger besonders verbreiteter Arten (*Myricaria germanica, Tamarix gallica*) finden neben den Blättern bisweilen technische Verwendung. Letztere enthält bis 7,7 % Gerbstoff. cfr. Dekker, de Looistoffen. Bulletin van het Koloniaal Museum. Haarlem 1906, p. 157. — Baillon, Histoire des plantes IX, p. 243. — Chemikerzeitung XXII, 1898, Nr. 83.

näher untersucht wurden. Auf die letzteren paßt allgemein die Beschreibung, die Volkens[1]) von *T. articulata* gibt („statt der Blätter nur minutiöse Spitzchen, die sich als seitliche Höcker auf einem Rindenwulst erheben. Die Assimilation übernehmen die grünen, schopfartig beisammenstehenden Endverzweigungen, die sich aus kurzen, 1—2 mm langen und dünnen Internodien aufbauen").

Stengelquerschnitte zeigen bei allen genannten Arten einen besonderen, von dem bisher geschilderten völlig abweichenden Bau der primären Rinde insofern, als hier durch das Auftreten einer ein bis höchstens zwei Zellen starken Schicht von etwas weiterlumigen, allseits verkorkten Grundgewebezellen eine Differenzierung des Rindengewebes in zwei Zonen vorhanden ist, die anatomisch sich verschieden verhalten. Diese Lage verkorkter Zellen verläuft bei den noch mit deutlichen Blättern versehenen Arten der ersten Gruppe entweder nahezu geradlinig oder in Form eines größeren oder kleineren Kreisbogens zwischen zwei mehr oder minder weit voneinander entfernten Punkten des Sproßumfanges und schneidet nach der einen Seite ein je nach der Höhe, in welcher der Schnitt gelegt wurde, verschieden großes und abweichend gebautes Rindensegment ab. Bei den Arten mit stark reduzierten Blättern bildet sie auf dem Querschnitt einen allseits geschlossenen, in gleicher Entfernung von der Epidermis verlaufenden Ring, der nach außen ebenfalls abweichend gebautes Rindengewebe abgrenzt. In den Blattachseln bezw. am Grunde der an der Innenseite des kragenartig abstehenden Rindenhöckers sich hinziehenden Furche grenzt die Korkschicht unmittelbar an die Epidermiszellen. Durchlaßstellen, wie sie nach dem Befund an ähnlichen Bildungen zu vermuten waren, sind nicht zu erkennen. Als Inhaltsstoffe der verkorkten Zellen fallen gelbe, fettartige, die Gerbstoffreaktion in schwächerem Maße zeigende Massen auf. Diese durch die abweichende chemische Beschaffenheit ihrer Wände auffallende Zelllage ist nirgends erwähnt. In der von Volkens für *T. mannifera* gegebenen Abbildung ist sie übrigens deutlich zu erkennen. (Tab. V, Fig. 8.)

Das von der Korkschicht nach außen abgegrenzte Rindengewebe wird von einem bei manchen Arten reich verzweigten und vielfach anastomosierenden Gefäßbündel durchzogen; die äußeren Parenchymzellen sind gewöhnlich zu einem mehrreihigen Palisadengewebe ausgebildet. Speichertracheiden und unregelmäßig verlaufende faserartige Spikularzellen fehlen nur bei *T. dioica*. Der nach innen gelegene Teil der Rinde ist dagegen immer frei von diesen Elementen und zeigt denselben Bau wie bei allen übrigen Arten.

[1]) Volkens l. c. p. 107.

Perizykel.

Die Region des Perizykels tritt immer durch charakteristische Gewebeformen deutlich hervor.

Die Entwicklung eines Sklerenchymringes ist für alle Tamariceen typisch, und zwar sind es mehr oder minder umfangreiche und immer ungleich große, nach außen konvex vorgewölbte, manchmal einen ausgesprochen sichelförmigen Querschnitt zeigende Bastfaserbündel, die den primären Siebteilen vorgelagert sind. Bei kräftiger Ausbildung berühren sich diese gegenseitig und bilden dann schon in jungen Sprossen einen geschlossenen kontinuierlichen Ring. Bei minder starker Entwicklung ist dies nicht der Fall. Es werden aber dann die zumeist vor den Markstrahlen liegenden Zwischenräume durch sklerosierende gewöhnliche Parenchymzellen dieser Region fast vollkommen geschlossen. Es kommt dann ein, wenn auch nur wenig gemischter Ring zustande.

Mit fortschreitendem Dickenwachstum wird der Ring gesprengt, und zwar sowohl an den Berührungsstellen seiner einzelnen Gruppen, wie in diesen selbst. Die einzelnen Teilstücke sind noch längere Zeit durch mehr oder minder schräg verlaufende anastomosierende dünne Faserbündel verbunden, die bei weiterem Auseinanderweichen der Bruchstücke des Ringes reißen und dann blind im Grundgewebe der Rinde enden.

Bei den Reaumurieen ist der Perizykel teils parenchymatisch, teils ebenfalls als Sklerenchymring ausgebildet, der jedoch eine ziemlich gleichmäßige Stärke zeigt.

Die Zellen des Parenchymringes sind immer schon sehr frühzeitig allseitig verkorkt, ohne Casparysche Punkte erkennen zu lassen.

Die Fasern des perizyklischen Sklerenchymringes unterscheiden sich häufig von den sekundären Bastfasern durch ihre Größe, andere chemische Beschaffenheit und abweichende Struktur der Wände, und sind bei den Tamariceen, deren primäres Rindengewebe sehr lange wegen der späten Borkebildung erhalten bleibt, noch lange zu erkennen.

Sekundäre Rinde.

Die Korkbildung ist in den beiden Gruppen eine grundsätzlich verschiedene, insofern die Gruppe der Tamariceen allgemein durch subepidermal entstandenen echten Oberflächenkork ausgezeichnet ist, die Gruppe der Reaumurieen dagegen durch eine innere, entweder ebenfalls echt meristematische oder auf sekundärer Verkorkung bestimmter Rindenpartien beruhende Korkbildung.

In der Gruppe der Tamariceen findet nur insofern eine Ausnahme statt, als bei den Arten der Gattung *Tamarix*, die etwas herablaufende Blätter besitzen, das Korkmeristem, soweit die oben erwähnte verkorkte Zellage in der primären Rinde vorhanden ist, an deren Innenseite verläuft,

die Korkbildung also teilweise eine innere wird. Bei den Arten, die durch „folia vaginantia“ ausgezeichnet sind, ist dies in noch weitergehendem Maße der Fall, indem hier das Phellogen, wie an Längsschnitten zu erkennen ist, nur an den Stengelknoten auf eine kaum 2—3 Zellen breite ringförmige Zone unmittelbar an die Epidermis heranreicht. Die Korkbildung ist bei diesen Arten also praktisch eine „innere“ zu nennen.

Der Ort der Korkbildung bei der Gruppe der Reaumurieen ist verschieden. Bei den Arten der Gattung *Reaumuria,* die durch den Besitz eines parenchymatischen Perizykels ausgezeichnet sind, der schon in sehr jungem Zustand verkorkte Zellen besitzt, verkorken der Reihe nach die nach innen angrenzenden Parenchymzellen des Weichbastes bis zu einer gewissen Tiefe.

Dieselbe Art der Korkbildung zeigt trotz eines sklerenchymatisch ausgebildeten Perizykels die Gattung *Hololachne.* Die untersuchten Arten der Gattung *Reaumuria* mit sklerenchymatischem Perizykel zeigen dagegen echten, aus einem Meristem hervorgegangenen Kork. Dabei kann das Korkmeristem sowohl außerhalb des Sklerenchymringes in der innersten Schicht der primären Rinde (gewöhnlicher Fall) wie innerhalb desselben in der äußersten Zellage des Weichbastes auftreten.

Was die Struktur des Korkes anlangt, so ist der erste Kork der Tamariceen selten besonders dickwandig, immer aber verhältnismäßig kleinzellig und, wie besonders bei *Myricaria germanica,* auch in älteren Stämmen nur von verhältnismäßig wenigen Zellagen zusammengesetzt. Phelloderm ist in dieser Gruppe deutlich entwickelt; seine Zellen werden grundgewebeartig und liefern auch teilweise die bei allen Arten anzutreffenden, meistens Kristalle führenden Steinzellen der Rinde. Gerbstoff ist jederzeit in den Korkzellen anzutreffen.

Der Kork der Reaumurieen ist immer dünnwandig und verhältnismäßig weitlumig. Je nach seiner Entstehung sind seine Zellen mehr oder minder deutlich radial angeordnet. Bisweilen zeigt auch der durch nachträgliche Gewebeverkorkung entstandene Kork eine durch spätere tangentiale Dehnung verursachte oder von der ursprünglichen Anordnung des verkorkten Gewebes herrührende Regelmäßigkeit in seinem Aufbau, so daß er von echtem Kork nur durch die eingesprengten Nester zerdrückter Weichbastelemente zu unterscheiden ist.

Durch die in jedem Jahre neu im Innern der Rinde einsetzende Korkbildung werden bei den Reaumurieen die nach außen gelegenen Schichten zum Absterben gebracht und bald abgeworfen. Ältere Stammteile sind deshalb immer von einer Korkschicht nach außen begrenzt. Nur in einzelnen, im speziellen Teil näher beschriebenen Fällen bleiben die Korkproduktionen mehrere Jahre am Stamm erhalten.

Eine Korkentwicklung, die eines typischen Korkmeristems entbehrt,

ist bisher nur sehr selten beobachtet worden. Nach den Angaben von Lüders[1]) und Baccarini[2]) findet bei einer Reihe von Arten in der Familie der Epacridaceen im Perizykel und in den unmittelbar nach innen angrenzenden Zellagen eine Korkbildung statt, die auf ähnliche Weise wie bei *Reaumuria* durch sekundäre Verkorkung von Weichbastzellen zustande kommt.

Als Weichbastelemente kommen in Betracht Siebröhren und Bastparenchymzellen. Geleitzellen scheinen sehr zurückzutreten. Die Glieder der Siebröhren, welch letztere bei den Reaumurieen verhältnismäßig spärlich sind, sind im allgemeinen kurz und besitzen schrägstehende einfache Siebplatten. Einzelne Parenchymzellen zeigen bisweilen schon in ganz jungen Sprossen ein weiteres Lumen und auffällig starke, glänzende Wände. Nachträglich im Weichbast auftretende, zerstreute kurze Fasern, wie sie bei den Reaumurieen häufig sind, gehen augenscheinlich aus solchen Zellen hervor. Einzelne Arten zeigen die gleichmäßig weiten Weichbastelemente in streng radialer Anordnung. Häufig sind gerbstoffartige Massen von verschiedener Farbe in den Parenchymzellen gespeichert.

Über die Ausbildung des sekundären Bastes, die bei den Gattungen *Tamarix* und *Myricaria* auf eine Reihe von Jahren hin verfolgt werden konnte, ist nach dem Querschnittsbefund an sechs für die Untersuchung zugänglichen alten Stämmen noch folgendes zu bemerken.

Zwischen den in regelmäßigen radialen Reihen verlaufenden Baststrahlen, die wegen der miteinander abwechselnden Hart- und Weichbastpartien auch eine deutliche tangentiale Schichtung zeigen, sklerosieren bestimmte Komplexe der Markstrahlen in Form von radial gestreckten, pfropfenartigen Massen, wobei die Zuspitzung der Keile nach innen gerichtet ist, das breite, ausgerandete Ende sich dagegen nach außen an die inneren Kanten der beiderseits angrenzenden Hartbaststränge anlehnt. In radiärer Richtung sind die einzelnen sklerosierten Komplexe voneinander durch eine kurze Strecke unveränderten Markstrahlgewebes getrennt. An diesen Stellen ist eine seitliche Kommunikation zwischen den Weichbastgruppen ermöglicht. Hier ist auch der Ort für die ziemlich spät und tief in der Rinde angelegten sekundären Phellogene, die bogenförmig durch diese zartwandigen Rindenpartien verlaufend größere Komplexe als Borke abschneiden.

Gerbstoff ist in allen unverdickten Gewebeteilen der sekundären Rinde reichlich vorhanden; große rhomboedrische Kristalle finden sich in allen Markstrahlzellen.

---

[1]) C. Lüders, Untersuchungen über die Stammanatomie der Epacridaceen. Diss. Heidelberg 1901.

[2]) P. Baccarini, Appunti sulla anatomia delle Epacridee. Nuovo Giornale botan. ital. IX., 1902, p. 96.

Bei einigen Arten ist der Sklerosierungsprozeß nicht mit der Ausbildung der jeweiligen Hartbastgruppen beendet, sondern er schreitet in zentripetaler Richtung fort, indem im Weichbast teils einzeln stehende *(T. gallica),* teils zu einem lockeren Maschenwerk gruppierte Parenchymzellen ebenfalls sklerosieren *(T. dioica)* und so eine Verbindung zwischen den Hartbastgruppen zweier Jahresringe herstellen. Im extremen Falle ergreift die Sklerose das ganze Weichbastgewebe *(Myricaria).* Die Region des Weichbastes kann dann später nur an den stellenweise eingeschlossenen zerdrückten Siebröhren erkannt werden.

Es lassen sich also in bezug auf die Ausbildung der sekundären Rinde bei den Tamariceen drei Typen unterscheiden:

I. Typus. Hart- und Weichbast bilden streng tangential und radial gereihte Gruppen. Das Weichbastgewebe besteht nur aus dünnwandigen Elementen, seitlich entweder von stark sklerosiertem, Kristalle führendem Markstrahlgewebe begrenzt: *T. articulata,* oder Markstrahlgewebe völlig unverändert: *T. odessana, T. tetrandra.*

II. Typus. Übergangsform. Wie bei *Tamarix articulata,* nur zeigt sich der Weichbast mehr oder minder stark durchsetzt mit stabzellenartigen, kurzen sklerosierten Fasern, die einzeln stehen oder ein lockeres Maschenwerk bilden: *T. gallica, T. dioica, T. ericoides.*

III. Typus. *Myricaria*-Typ. Die Sklerosierung des Weichbastes ist vollständig; sie führt in der älteren Rinde zur Bildung radial gestellter, durchaus sklerosierter Platten, in welche von der cambialen Seite her sekundäre Markstrahlen einspringen. Zerdrücktes Weichbastgewebe ist nesterartig eingeschlossen. Gegenüber dieser vorgeschrittenen Sklerosierung zeigen sich die Markstrahlzellen nur wenig verändert. Die perizyklischen Faserbündel bleiben von den aus sekundärem Hartbast bestehenden Massen immer getrennt. *M. germanica.*

Drüsen.

Sämtliche Gattungen der Familie besitzen eigenartig gestaltete Drüsen, die sich bei allen untersuchten Arten vorfanden und den Systematikern schon lange als „puncta impressa" bekannt waren, deren Struktur aber erst in neuerer Zeit genauer untersucht worden ist. Über diese Untersuchungen liegen folgende Angaben in der Literatur vor.

Eine erste, allerdings unvollständige Beschreibung der Drüsen findet sich bei Blenk[1]), der sie bei *Reaumuria hirtella, vermiculata* und *Hololachne songarica* nur kurz erwähnt als „Epidermiszellen, welche sich von den übrigen durch Größe sowie durch braunen, in Wasser, Weingeist, Äther

[1]) P. Blenk, Über die durchsichtigen Punkte in den Blättern. Flora 1884, p. 110.

und Zitronenöl unlöslichen Inhalt unterscheiden". Vesque[1]) gibt an als charakteristisch für die Triben Tamariceen und Reaumurieen den Besitz von Epidermisdrüsen „composées de deux cellules collaterales" und bezeichnet diese bei den einzelnen Gattungsdiagnosen jedesmal ausdrücklich als „bicellulées". Eine etwas genauere Darstellung der Blattdrüsen gibt Vuillemin[2]), der sie beschreibt als völlig den Drüsen der Frankeniaceen gleichend, „formées d'une paire de cellules sécrétrices et d'une paire de cellules annexes qui en sont séparées par des cloisons obliques et qui les isolent du parenchyme et de l'épiderme". Nach Volkens[3]) bestehen die Drüsen „aus einem kugelförmigen Gebilde, das durch eine zur Außenseite senkrechte und eine dazu parallele Wand in ungefähr vier gleich große Zellen geteilt wird. Den unteren beiden Drüsenzellen haften nach dem Blattinnern zu zwei besondere Nebenzellen an, die aus der Verschiebung und Herabdrückung von Epidermiszellen hervorgehen". Diese die älteren Beschreibungen in wesentlichen Einzelheiten ergänzende Darstellung bezieht sich auf die Blattdrüsen von *Reaumuria hirtella* und *Tamarix mannifera*.

In nachstehendem soll nun in Ergänzung dieser einander widersprechenden Angaben das Resultat einer auf eine größere Reihe von Arten der Familie ausgedehnten Untersuchung mitgeteilt werden, die zugleich den Bau der fertigen Drüse wie ihre Entwicklungsgeschichte im Auge hatte.

Bei sämtlichen untersuchten Arten konnten die bisher nur an Blättern untersuchten Drüsen auch in der Epidermis der Rinde festgestellt werden.

Die in Oberflächenpräparaten sofort in die Augen fallenden Drüsen sind unschwer von den bei manchen Arten in gleicher oder größerer Anzahl vorhandenen Spaltöffnungen zu unterscheiden. Gleich diesen finden sie sich mehr oder minder tief in die Oberfläche eingesenkt, was an Querschnitten deutlich in Erscheinung tritt. Zugleich ist hier zu beobachten, daß Spaltöffnungen immer über ziemlich großen, durch das Auseinanderweichen von Grundgewebszellen gebildeten Spalten liegen, während diese Zellen sich an den Drüsenkörper immer lückenlos anreihen.

Der Eingangsraum zur Drüse ist von den geradlinigen Wänden der bei den Tamariceen mehr oder minder quadratischen, bei den Reaumurieen langgestreckten gewöhnlichen Epidermiszellen in ungleicher Zahl begrenzt und zeigt, besonders in den jüngeren Teilen der Sprosse, dieselbe viereckige Form. Mit der größeren Streckung und Verschiebung der Ober-

[1]) J. Vesque, Contributions à l'histologie systématique de la feuille des Caryophyllinées. Ann. sc. nat. VI. sér., t. XV, p. 137.

[2]) P. Vuillemin, Recherches sur quelques glandes épidermiques. Ann. sc. nat. VII. sér., t. 5, p. 173.

[3]) G. Volkens, Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste, p. 106.

hautzellen, wie sie bei den *Reaumuria*-Arten die Regel ist, verliert die Grube diese Form und erscheint dann spitz rautenförmig bis spaltenförmig. Seltener sind, und dann stets auf derselben Pflanze, mehrere nicht gestreckte Epidermiszellen kranzförmig um den Drüseneingang gruppiert. Die Tiefe dieses Vorraumes ist verschieden und wechselt von seichten einfachen Einbuchtungen von der Höhe einer Epidermiszelle bis zu tiefen, mehrere Zellen weit in die Rinde hinabführenden kraterartigen Räumen. Erstere Verhältnisse werden angetroffen in allen Gattungen bei den Arten mit deutlich entwickelten Blättern, wo die Außenwand der Drüse dann gewöhnlich in einer Höhe mit der inneren tangentialen Wand der Epidermiszellen oder nur wenig tiefer liegt. Tiefe, sich nach unten etwas verengernde Krater finden sich an Blättern bei den Arten der Gattung *Tamarix,* bei denen die Blätter eine deutliche Blattspreite, die zu einem kurzen Spitzchen reduziert ist, entbehren, aber mit ihrem Grunde die Sproßachse scheidenförmig zu umfassen scheinen.

Bei einer Art, *Reaumuria kermanensis,* und zwar vorzugsweise im unteren Teil des Sprosses, sitzt die Drüse vertieft auf kleinen warzenartigen Erhebungen der Rinde, die durch das Hervortreten einer mehr oder minder großen Gruppe von Epidermiszellen entstanden sind und ungefähr um eine Zellhöhe über die Oberfläche der Rinde herausragen. Gewöhnlich sind an der Bildung dieser Auftreibung acht Zellen beteiligt, die im Kreis um die tiefer liegende Drüse angeordnet sind. Bisweilen erreicht der Höcker noch eine größere Ausdehnung.

Die Außenwände und die gegen die Drüse abfallenden Wände der Epidermiszellen zeigen eine kräftige Cuticula, die sich bis an den Fuß der Grube herabzieht. In der Aufsicht erscheint daher die Drüse von einer kräftigen Randleiste umgeben.

Die fertige Drüse selbst ist ein annähernd kugeliger, bei den Reaumurieen etwas seitlich zusammengedrückter Körper, der durch eine senkrecht zur Oberfläche des Stammes stehende und in verschiedener Richtung zu dessen Längsachse orientierte Wand in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften geteilt ist, die gewöhnlich wieder durch je eine tangentiale, leicht gegen die Längsscheidewand geneigte Wand in zwei ungefähr gleich große Hälften zerfallen, so daß der ganze Drüsenkörper vier oder beim Ausbleiben der tangentialen Zwischenwände zwei Zellen aufweist. An diese die eigentliche sezernierende Drüse darstellenden Zellen schließen sich zwei weitere an, die „cellules annexes" Vuillemins, welche die Drüse in ihrem unteren Teil umschließen und gleichsinnig mit deren Zellen angelegt sind. Die tangentialen Zwischenwände, die von den älteren Autoren nicht erwähnt und zuerst von Volkens beschrieben wurden, scheinen in der Tat nicht bei allen Arten jederzeit zu finden zu sein. Sie fehlten niemals den Drüsen der untersuchten *Reaumuria*-Arten. Bei

einzelnen *Tamarix*-Arten dagegen konnten sie nicht beobachtet werden. Vereinzelt fanden sich Drüsen ohne diese Querwände bei *Tamarix ericoides* und *stricta*, neben regelmäßig sechszelligen. Drüsen mit zwei tangentialen Wänden wurden einigemale beobachtet bei *Reaumuria kermanensis* und *Myricaria germanica* (Abb. 6). Es handelte sich dabei jedesmal um besonders kräftig ausgebildete Drüsen, die in ihren Maßen die übrigen merklich überragten.

Über die vermutlichen Ursachen des Ausbleibens oder der Vermehrung der Querwände soll weiter unten die Rede sein.

Zellen mit mehr als einer Vertikalwand wurden nur einmal beobachtet bei *Reaumuria hirtella*. Doch scheint es sich hierbei zweifellos nur um eine zufällige Abnormität zu handeln. Gepaarte Drüsen kommen bei verschiedenen Arten und nicht gerade selten vor (*Reaumuria hirtella, Tamarix gracilis, Myricaria germanica*).

Was die Struktur der Drüsenwände, die im Vergleich zu der Wandstärke der benachbarten Epidermiszellen als sehr dünn bezeichnet werden müssen, betrifft, so ist folgendes zu bemerken. Die Außenwand der Drüse besitzt eine feine Cuticula mit zahlreichen, über die ganze Fläche verteilten sehr feinen Poren, die nur 0,6 μ im Durchmesser erreichen und ihr beim Betrachten mit starker Vergrößerung ein eigentümlich getüpfeltes Aussehen verleihen. Der sonst der Cuticula aufliegende Wachsüberzug (s. oben pag. 4) fehlt über der Drüse.

Von dem Vorhandensein dieser Poren kann man sich überzeugen, wenn man einen möglichst dünnen Flächenschnitt mit Jodjodkalium und Schwefelsäure behandelt. Die gelbe Cuticula erscheint dann mit hellblauen Punkten besät, die den cuticularfreien Stellen der Zellulosemembran entsprechen, die sich unter dem Einfluß des Reagens blau färbt.

Solche Poren in der Cuticula von Drüsenwänden scheinen öfter vorzukommen, wenigstens wurden Poren ganz ähnlicher Art von Fenner[1]) in der Außenwand der Digestionsdrüsen von *Drosophyllum lusitanicum* beschrieben.

Die übrigen Außenwände des eigentlichen Drüsenkörpers sowie die vertikale und die beiden horizontalen Scheidewände sind in ihrer ganzen Ausdehnung kutinisiert. Die Wände der Anhangszellen dagegen bestehen aus Zellulose und zeigen nur an Material, das aus schon vollkommen abgestorbener Borke stammte, eine verholzte Primärlamelle, unterscheiden sich also hierin nicht von den gewöhnlichen Rindenzellen. Die vier sezernierenden Zellen sind dicht mit feinkörnigem Protoplasma erfüllt, das in eingetrocknetem Zustand eine gelbliche Färbung zeigt, während die Anhangszellen gewöhnlichen Zellinhalt zeigen. Die Zellkerne der

[1]) Fenner, Beiträge zur Kenntnis der Anatomie einiger Insektivoren. Flora 93 (1904), p. 415.

Drüsen weichen, wie die Untersuchungen an lebendem Material ergaben, von denen der übrigen Zellen nicht weiter ab.

Die abweichende Form und Beschaffenheit der Anhangs- oder Nebenzellen sowie ihr etwas verschiedener Inhalt legen es nahe, sie als entwicklungsgeschichtlich nicht zum eigentlichen Drüsenkörper gehörig zu betrachten, sondern als umgewandelte benachbarte Zellen, sei es als Grundgewebszellen der Rinde oder des Blattes oder, wie Volkens angenommen hat, als herabgedrückte Epidermiszellen.

Mit Rücksicht auf die Entwicklungsgeschichte der Drüsen, die an lebendem Material von *Myricaria germanica* und *Tamarix tetrandra* näher verfolgt wurde, glaube ich aber annehmen zu müssen, daß sowohl die eigentlichen sezernierenden Zellen wie die Anhangszellen aus einer Epidermiszelle hervorgehen.

Schon in sehr jungen Entwicklungszuständen der Knospen finden sich die Drüsen fertig gebildet. Ihre Entwicklung scheint daher sehr schnell zu erfolgen, wofür auch spricht, daß sie auch schon auf den Keimblättern des Embryos im reifen Samen bei einzelnen Arten vorhanden sind. In bestimmten Stadien lassen sich jedoch bei Laubblattknospen beider Arten Blattkreise finden, die, zwischen solchen mit fertig gebildeten Drüsen und solchen mit noch nicht differenzierten Epidermiszellen gelegen, die gewünschten Entwicklungsstadien zeigen. Erschwert wird die Gewinnung geeigneter Querschnittsbilder jedoch durch den Umstand, daß die vertikale Zwischenwand der Drüse nicht in bestimmter Richtung orientiert ist.

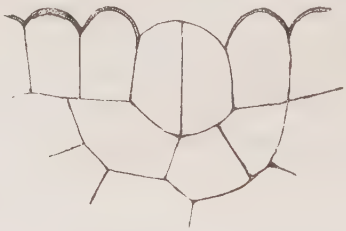

Fig. 1. *Myricaria germanica.*
Entwicklung der Drüse. I. Stadium.

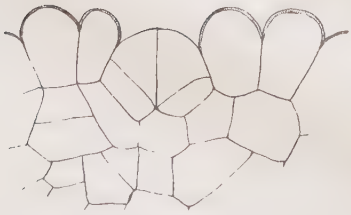

Fig. 2. *Myricaria germanica.*
Entwicklung der Drüse. II. Stadium.

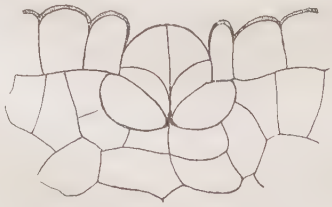

Fig. 3. *Myricaria germanica.*
Fertige Drüse.

Bei *Tamarix tetrandra* finden sich im Stadium noch lebhafter allgemeiner Zellteilung einzelne Epidermiszellen, die etwas von den sie umgebenden Zellen überragt werden und nach innen zu sich etwas verbreitern, mit einer zarten, vertikal verlaufenden Wand und meist schon mit schräg nach innen gerichteten tangentialen Teilwänden versehen. Diese ersten tangentialen Teilwände setzen immer, wie es auch bei den fertig entwickelten Drüsen der übrigen Arten zu beobachten ist, in der Höhe der Seitenwand an, bis zu der die leistenförmig zwischen die Epidermiszellen einspringende Cuticularschicht hinabreicht und führen entweder mehr gerade (wie bei *Myricaria*) oder in geschwungenem Bogen zu der unteren Kante der Vertikalwand, dieser häufig eine Strecke weit flach anliegend. Diese drei sekundären Teilungswände kutinisieren.

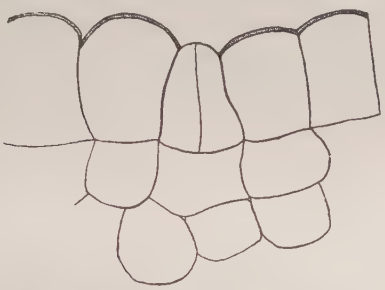

Fig. 4. *Tamarix tetrandra.*
Entwicklung der Drüse. I. Stadium.

Fig. 5. *Tamarix tetrandra.*
Entwicklung der Drüse. II. Stadium.

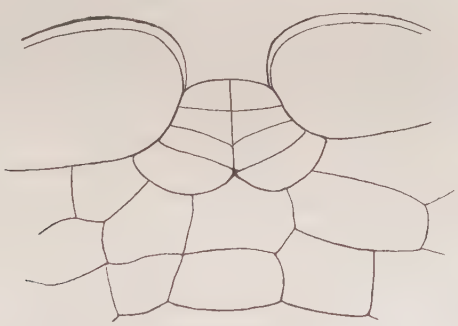

Fig. 6. *Tamarix tetrandra.*
Drüse mit sechs sezernierenden Zellen.

Die nach unten abgegrenzten beiden Zellen beginnen sich zu vergrößern und schieben sich seitlich etwas unter die angrenzenden Epidermiszellen vor. Zugleich werden in bestimmten Fällen in der oberen Zelle je eine weitere, zu der ersten ziemlich parallel verlaufende Teilwand angelegt, die ebenfalls kutinisiert.

Bezüglich der Wandstruktur der Drüse wurde oben die Zartheit der

Wände hervorgehoben. Nichtsdestoweniger besitzt das zarte Gebilde gewisse Einrichtungen, die man nicht anders als Versteifungseinrichtungen auffassen kann. In den Winkeln, welche die Vertikalwand mit den den beiden unteren Drüsenzellen und den Anhangszellen gemeinsamen Wänden bildet, zeigen sich diese Wände in rasch abnehmender Weise verdickt. Diese Verdickungen kommen auf senkrecht zur Vertikalwand geführten Schnitten als ankerförmige Gebilde zur Ansicht. Dieselbe Art der Verdickung, wenn auch in etwas schwächerem Maße, zeigt die Vertikalwand in Berührung mit den Nachbarzellen auch gegen die Außenwand der Drüse zu, wo diese Verdickungen dann in der Drüsenaufsicht als zwei von den Seitenwänden der Drüse vorspringende, zahnartige Erhebungen zu erkennen sind, zwischen denen die Vertikalwand ausgespannt ist. (Abb. 7.) Bisweilen ist eine solche Verdickung auch den tangentialen Scheidewänden an ihrer Berührungsstelle mit der Außenwand der Drüse eigentümlich *(T. tetrandra)*. Sehr deutlich kommen diese Verstärkungen zur Ausbildung bei den Reaumurieen, wo der eigentliche Drüsenkörper seitlich etwas

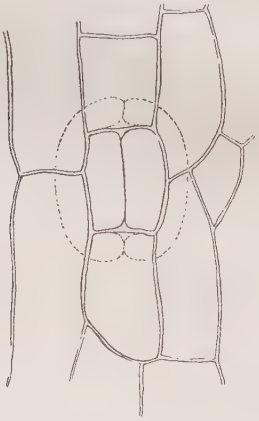

Fig. 7. *Reaumuria kermanensis.* Drüse von oben gesehen.

Fig. 8. *Reaumuria kermanensis.* Drüse von unten gesehen.

breitgedrückt und in der Medianebene auf beiden Seiten flügelartig vorgezogen erscheint. Bei den mehr kugelförmigen Drüsen der Tamariceen ist die Verstärkungsleiste deutlich gewöhnlich nur am Boden der Drüse ausgebildet.

Eine besondere Ausbildung der Wand, die bei anderen Arten nicht oder nicht deutlich beobachtet werden konnte, zeigen bei *Reaumuria kermanensis* auch die Anhangszellen, die in ihrem oberen Teil zu beiden Seiten der beiden flügelartigen Vorsprünge des eigentlichen Drüsenkörpers je einen aus Zellulose bestehenden nach dem Innern der Zelle vorspringenden Verdickungswulst aufweisen, der eine gewisse Ähnlichkeit mit den Aussteifungsvorrichtungen der Schließzellen in den Spaltöffnungen zeigt. (Abb. 9.)

Über die Funktion der Drüsen, die, wie nochmals betont sein soll, sich bei allen Arten der Familie finden, ist folgendes zu sagen.

Die Drüsen dienen in erster Linie als Exkretionsorgane, durch welche die Pflanze die Möglichkeit erhält, die aus stark salzhaltigem oder mit Brackwasser durchtränktem Boden mit dem Nahrungswasser aufgenommenen überschüssigen Salze aus ihrem Organismus zu entfernen. Durch sie wird ihr also das Gedeihen an solchen Orten, die wegen ihres Reichtums an gewissen Salzen für andere Pflanzen unzugänglich sind, ermöglicht.

Auf die sekundäre Funktion, welche die Drüsen bei einzelnen Arten als Aufnahmeorgane für kondensierte Luftfeuchtigkeit nach den experimentellen Untersuchungen von Volkens übernommen haben, soll weiter unten eingegangen werden.

Fig. 9.
Reaumuria kermanensis.
Tangentialer Querschnitt durch die untere Hälfte des Drüsenkörpers. a Nebenzellen.

Es handelt sich hauptsächlich um Kalzium-, Natrium- und Magnesiumsalze, die durch die zur Zeit der Blattbildung besonders reichliche Wasseraufnahme aus dem Boden in überreichem Maße aufgenommen werden und sich in den Geweben anhäufen. Ihre Entfernung aus dem Organismus bedeutet für die Pflanze eine Lebensbedingung. Sie werden von den Drüsen unter Wirkung des Wurzeldrucks, der zur Zeit der lebhaften Vegetation besonders stark ist, in flüssiger Form ausgeschieden, kristallisieren mit dem Verdunsten des Lösungswassers aus und bedecken Blatt- und Rindenepidermis in größerer oder geringerer Menge als lockere, meist regellos verteilte oder dichte Überzüge bildende Salzmassen, die auch meist noch bei Herbarexemplaren zu finden sind. Bei den Arten mit mehr oder minder eingesenkten Drüsen findet sich der Drüsenvorraum von den Salzmassen erfüllt. Bei den Arten mit besonders tiefem Drüsenkanal, wie bei *Tamarix articulata* und *T. stricta,* stellen sie einen vollkommen homogenen, der Form des Hohlraumes angepaßten und, wie aus ihrem Verhalten bei der Lösung hervorgeht, deutlich aus vielfach konzentrisch geschichteten Lagen bestehenden Pfropf dar, der noch einen mehr oder minder engen Kanal aufweist. Nach dem Aufhören des starken Wurzeldrucks, der wieder von der Menge des noch im Boden vorhandenen Wassers abhängig ist, findet eine weitere Salzausscheidung zur Zeit der Dürre nicht mehr statt. Dies trifft zu für die Reaumurieen, die alle typische Wüstenbewohner und besonders in den vegetationsarmen Salzwüsten Vorderasiens und Nordafrikas heimisch sind, in denen Niederschläge selten und in ihrer Wirkung nur vorübergehend sind. Bei den Tamariceen dagegen, die, nach vielen Literaturangaben, vorzugsweise Bewohner feuchter

Niederungen, Flußufer usw. sind, kann eine Aufnahme von Salzen, wenn solche überhaupt im Boden vorhanden sind, und damit in Zusammenhang ihre Sekretion längere Zeit in regelmäßiger Weise erfolgen, was, abgesehen von der etwas abweichenden Natur dieser ausgeschiedenen Salze, von der nachstehend die Rede sein soll, zur Bildung solcher oben beschriebener aus konzentrischen Lagen aufgebauter Körper führen kann.

Die Natur der von den einzelnen Angehörigen der Tamaricaceen ausgeschiedenen Salzmassen ist verschieden, je nach der Zusammensetzung des Bodens. Leider war das zur Verfügung stehende Material nicht hinreichend, um ohne zu große Schädigung der Herbarexemplare eingehendere Untersuchungen anzustellen. Es konnten nur einige mikrochemische Reaktionen und Löslichkeitsversuche mit Spuren derselben angestellt werden, die jedoch ergaben, daß die ausgeschiedenen Salze von verschiedener Zusammensetzung sein können, und zwar schon bei verschiedenen Exemplaren derselben Art, also nach den verschiedenen Verhältnissen des Bodens schwanken. Bei sonst sezernierenden Arten wurden einzelne vollständig salzfreie Exemplare, allerdings von anderen Standorten, beobachtet, und es gelang, lebende, vollständig salzfreie Pflanzen durch Kultur in geeigneten Lösungen zur Salzausscheidung zu veranlassen.

Nach Volkens besteht das ausgeschiedene Salz der von ihm in den Wadis der arabischen Wüste beobachteten *Reaumuria hirtella* aus „Chlornatrium mit beigemengten Magnesium- und Kalziumverbindungen". Chloride waren auch nach meinen Untersuchungen bei allen untersuchten Arten von *Reaumuria* nachweisbar, und zwar sowohl in den ausgeschiedenen, den Blättern und der Rinde anhaftenden Massen, wie im Innern der Rinden- und Epidermiszellen. Sie bildeten, nach der Menge der mit Silbernitrat erhaltenen schmutzigweißen und sich glatt in Ammoniak lösenden Niederschlägen die Hauptmenge der in der Pflanze vorhandenen Salze.

Kohlensaurer Kalk war, wie ich bei der Beobachtung der den Blattfragmenten noch anhaftenden Massen in verdünnter Salzsäure oder in der mit Salpetersäure angesäuerten Silbernitratlösung feststellen konnte, bei den Reaumurieen nicht überall vertreten. Eine Gasentwicklung, die mit Sicherheit nicht von verdrängter Luft herrührte, war nur bei *Reaumuria desertorum, fruticosa, mucronata* und schwach bei *hypericoides* beobachtet worden. Das vollständige Fehlen von Salzen, die durch die eben genannten Reagenzien nachweisbar sind, war bei je einem besonders kräftig entwickelten und auffallend stark beblätterten Exemplar von *Reaumuria hirtella* und *R. mucronata* zu bemerken.

Bei einem Exemplar von *R. mucronata* blieben nach der Lösung der den Blättern anhaftenden Salzmengen kristallartige Körper derselben Art zurück, wie sie oben (p. 7) beschrieben wurden. Die spärlichen

Ausscheidungen der einzigen untersuchten Art von *Hololachne* ergaben das Vorhandensein von Chloriden.

Wesentlich anders zusammengesetzt sind die von einer Reihe von *Tamarix*-Arten ausgeschiedenen Salze. Sie bestehen meist in ihrer Hauptsache aus kohlensaurem Kalk, der wohl ähnlich wie bei den Kalkdrüsen der Plumbagineen[1]) als saurer kohlensaurer Kalk ausgeschieden wird und an der Luft in das schwerlösliche Salz übergeht.

Schon Volkens[2]) bemerkte eine größere Beimengung von unlöslichem kohlensauren Kalk bei *Tamarix mannifera* und *articulata*. Marloth[3]) teilt eine Analyse der von *Tamarix articulata* gewonnenen Salzausscheidung, wonach gefunden wurden: $Ca\,Cl_2$ 51,9, $Mg\,SO_4 + H_2O$ 12,0, $Mg\,Cl_2$ 4,7, $Mg\,H\,PO_4$ 3,2, $Na\,Cl$ 5,5, $Na\,NO_3$ 17,2, $Na_2\,CO_3$ 3,8 %.

Solche Salzausscheidungen, die bisweilen die ganzen Sprosse als geschlossene grauweiße Schicht überzogen*) und im wesentlichen aus kohlensaurem Kalk bestanden, wurden festgestellt bei *Tamarix articulata, stricta, mannifera, macrocarpa, Meyeri, Pallasii* (nicht von allen Standorten), *gallica* (desgleichen), *passerinoides, tetragyna*.

Daß wohl für alle Arten der Tamariceen und vielleicht auch der Reaumurieen, wie es nach den allerdings wenigen Beobachtungen zu vermuten ist, der Salzgehalt des Bodens kein Bedürfnis für das Gedeihen darstellt, sondern eine durch erworbene spezifische Organe überwundene Erschwerung, dürfte nach der großen Zahl der an salzfreien Orten lebenden Arten, wenigstens bei den Tamariceen, nicht zweifelhaft sein. Da jedoch alle diese Arten gleichbeschaffene Drüsen wie die auf Salzboden wachsenden Arten besitzen, lag es nahe, durch Versuche zu prüfen, ob die Drüsen dieser Arten etwa funktionsunfähig oder nur unter diesen bestimmten Verhältnissen funktionslos geworden seien.

*) Anm.: Daß übrigens die Salzausscheidungen mancher *Tamarix*-Arten manchmal nicht unerhebliche sein müssen, beweisen einige Angaben in der Literatur; so bemerkt Aitchinson[4]), daß die ungewöhnlich starken Salzablagerungen auf den Blättern und Zweigen von *T. tetragyna* zur Sodagewinnung Verwendung finden, und Edgeworth[5]) gibt an, daß das von *T. articulata* durch Auflösen in Wasser gewonnene Salz von den Eingeborenen direkt als Genußmittel verwendet wird.

[1]) cfr. Volkens, Die Kalkdrüsen der Plumbagineen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. II, 1884, p. 338.

[2]) Volkens, Flora etc. p. 30.

[3]) Marloth, Zur Bedeutung der salzabscheidenden Drüsen der Tamariscineen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. V, 1887, p. 321.

[4]) Aitchinson, Notes on the products of Western Afghanistan and of North-Eastern Persia, p. 204. (Sep. Vol. XVIII Transact. bot. Society Edinburgh.)

[5]) Watt, Dictionary of the Economic products of India, Vol. VI, pt. III, p. 410.

Es wurden zu dem Zwecke zunächst kräftige, je 25 cm lange Zweige auf Kulturboden gewachsener Pflanzen von *Tamarix gallica, odessana, tetrandra* und *Myricaria germanica,* bei denen Chloride weder äußerlich als Ausscheidungen, noch in den Rindenzellen gelöst nachweisbar waren, in Lösungen kultiviert, die 1—3 % Seesalz enthielten.

Tamarix gallica und *tetrandra* zeigten nach drei Stunden im hellen Tageslicht am Ende des Sprosses reichliche Wassertröpfchen, die sich bei der Prüfung mit Silbernitrat als Kochsalzlösung erwiesen. Bei *T. odessana* erfolgte die Sekretion in geringerem Maße und nach längerer Zeit; bei *Myricaria* war eine Kochsalzausscheidung erst nach zwei Tagen auf den Blättern nachzuweisen. Nach einstündigem Aufenthalt in trockner Luft im Freien waren bei *T. gallica* und *tetrandra* auf den Blättern und den jüngsten Stengelteilen reichlich feine weißgraue Kristallbelege zu erkennen, die regelmäßig gruppiert den einzelnen Drüsen entsprachen. Nach zwölftägigem Verweilen der Versuchszweige unter der Glocke hatten sich die feinen Tröpfchen zu größeren Tropfen vereinigt, die, nachdem sie einige Zeit ungeschützt dem Sonnenlicht ausgesetzt waren, größere krustenförmige Massen hinterließen, die vollständig den an Herbarexemplaren angetroffenen entsprachen.

Die verschiedene Konzentration der verwendeten Lösungen zeigte keinen erheblichen Einfluß auf die Menge des ausgeschiedenen Salzes. Nach Abbruch des Versuches am 15. Tage waren sämtliche Versuchszweige noch am Leben, *Tamarix gallica* erheblich gewachsen.

Versuche, Ausscheidungen von kohlensaurem Kalk bei denselben Arten zu erzielen, gelangen unvollkommen. Es wurden Lösungen benutzt von saurem kohlensauren Kalk, erhalten durch Einleiten von Kohlensäure in eine gesättigte Lösung von Kalziumoxyd und nachfolgende entsprechende Verdünnung. Bei einer Konzentration von 2,5 und 1,25 % war nach 48 Stunden und entsprechendem Aufenthalt in trockner Luft bei *T. gallica* und *odessana* eine sehr geringe, aber deutlich als kohlensaurer Kalk zu erkennende Ausscheidung unmittelbar über den Blattdrüsen zu bemerken. Ein längeres Verweilen in der Flüssigkeit wirkte schädigend auf die Versuchspflanzen ein.

Was nun die schon oben erwähnte und für einzelne Arten durch die Beobachtungen von Volkens sehr wahrscheinlich gemachte Funktion der Drüsen als Wasser aufnehmendes Organ betrifft, so läßt sich folgendes sagen.

Der Einwand Marloths, der die Ausscheidung nur als Schutzmittel gegen zu große Transpiration und für den Weg, sich der großen aufgenommenen Salzmengen zu entledigen, gelten lassen will,[1]) mag für die

[1]) Ber. Deutsch. Bot. Ges. 1887, p. 319 und Marloth, (Das Capland), Wiss. Ergeb. deutsch. Tiefseeexped., II. Bd., p. 325.

Tamarix-Arten bei ihrem vorzugsweisen Vorkommen an feuchten Örtlichkeiten richtig sein. Sie mögen hier nur als Einrichtung zur Entfernung der Salzmassen, die auch meist ganz andere Zusammensetzung zeigen als bei den beobachteten *Reaumuria*-Arten, dienen. Das schließt aber nicht aus, daß bei einer oder mehreren unter anderen Bedingungen lebenden Arten die Drüse eine neue Fähigkeit erworben hat, die gerade durch die besonderen Standortsverhältnisse bedingt ist.

Die andere Zusammensetzung der hier abgeschiedenen Salze, deren sehr hyproskopische Bestandteile nachgewiesenermaßen imstande sind, Luftfeuchtigkeit zu kondensieren, mag diese neue Funktion der Drüse eingeleitet haben.

Es läßt sich vielleicht eine rein mechanische Erklärung geben, ohne daß man gezwungen wäre, „dem protoplasmatischen Inhalt der Drüsenelemente einen Wechsel in seinen Permeabititätsverhältnissen zuzuschreiben".

In der Drüse ist zur Zeit der lebhaften Vegetation, während welcher ja nach den Beobachtungen die Sekretion hauptsächlich in Erscheinung tritt, eine konzentrierte Lösung anzunehmen, einmal besonders organisiertes, dichtes Protoplasma, das die Eigenschaften eines kolloidal gelösten, hochmolekularen Körpers besitzt und Zellsaft, der mit anorganischen niedrigmolekularen Salzen bis zu einem gewissen Grade gesättigt ist.

Es wird ein Gleichgewichtszustand in der Drüse herrschen oder eine Ausscheidung unterbleiben, solange der Widerstand, den die Zellulosepartien der Außenmembran, die ja für Lösungen niedrigmolekularer Körper permeabel sind, dem Hindurchtreten dieser entgegensetzt, gleich ist dem in der Drüse herrschenden Druck, der wieder abhängig ist vom Wurzeldruck oder, was dasselbe ist, von dem in den Nachbarzellen, hier den „Anhangszellen" herrschenden Turgor. Steigt dieser, so wird er auch in den Drüsenzellen steigen und der Widerstand der Membran überwunden werden, also eine Sekretion erfolgen, die so lange anhält, bis die ursprünglichen Verhältnisse wieder eintreten.

Was nun die Aufnahme des Wassers von außen betrifft, so ist folgendes zu beachten. In der Drüse und in den benachbarten Zellen ist nach Aufhören der Sekretion eine gesättigte Lösung der Salze vorhanden. Die mit Hilfe der hygroskopischen Salze auf der Oberfläche der Pflanze niedergeschlagene Flüssigkeit stellt ebenfalls eine Salzlösung dar, die aber bei dem Bestreben der hygroskopischen Körper, auch über den Sättigungspunkt hinaus Wasser aufzunehmen, was bei der so reichlichen Taubildung gerade möglich ist, in kurzer Zeit sich so weit verdünnt haben wird, daß ihre Konzentration jedenfalls mehr oder minder weit unter der des Zellinhaltes liegt. Einem Diffundieren reinen Wassers von außen nach innen steht also kein Hindernis im Weg. Die gleichzeitig stattfindende Auswanderung von Salzen stört hier nicht. Dieser Vorgang wird

so lange stattfinden und jedenfalls eine längere Zeit während der Nacht, bis durch Einwirkung der steigenden Tageswärme Verdunstung des äußeren Lösungswassers und damit wieder Gleichgewicht zwischen beiden Lösungen eintritt. Die rasch eintretende vollständige Verdampfung desselben beschränkt das Eintreten des umgekehrten Verlaufes des Diffusionsprozesses auf kurze Zeit.

Inwieweit das lebende Protoplasma an dem Vorgang beteiligt ist, mag dahingestellt bleiben.

Die Ausbildung der nachträglich in dem oberen Drüsenzellenpaar auftretenden zweiten Tangentialwand scheint, wenigstens nach ihrem unregelmäßigen Vorkommen bei den einzelnen Arten zu schließen, weniger eine bei der einzelnen Art konstante Erscheinung zu sein, als vielleicht ein durch die tatsächliche Beanspruchung der Drüse zur Zeit ihrer Entwicklung und durch die in dem betreffenden Sproßsystem vorhandene Wachstumsenergie begründete Erscheinung zu sein, oder mit anderen Worten auf inneren, nicht nachzuprüfenden Ursachen beruhen. Als Stütze dieser Annahme ließe sich auch anführen, daß das Vorhandensein einer überschüssigen weiteren Querwand immer nur bei besonders kräftig entwickelten Drüsen beobachtet werden konnte.

B. Spezieller Teil.

Reaumuria hypericoides Willd.

Epidermiszellen des drehrunden jungen Sprosses mit gleichmäßig stark verdickten Wänden und ebener Außenseite. Cuticula glatt. Epidermisdrüsen sehr spärlich. Spaltöffnungen anscheinend fehlend.

Grundgewebe der primären Rinde besonders in der äußeren Schicht mit dicken Wänden, die zahlreiche einfache Tüpfel tragen und schon sehr frühzeitig verholzen.

Perizykel aus 2—3 Lagen großzelliger, gestreckter Parenchymzellen bestehend, die sehr bald verkorkte Wände aufweisen.

Weichbastmantel schmal, mit dickwandigen, verschieden weiten Zellen.

In wenig stärkeren Sprossen (1,2 mm) beginnen die Zellen des Weichbastes, der von innen her durch Bildung neuer Elemente andauernd ergänzt wird, im Anschluß an die verkorkte perizyklische Parenchymschicht durch Flächenwachstum ihre Wände zu vergrößern und der Reihe nach von außen nach innen zu verkorken.

Es konnte beobachtet werden, daß die Verkorkung der vergrößerten Zelle zuerst in der äußeren tangentialen Wand erfolgt, dann die radialen Wände ergreift, während noch die innere Tangentialwand unveränderten Zellulosecharakter zeigt. Die Verkorkung erfolgt also hier nicht wie

sonst bei den Zellen des Perizykels, sondern in einer von außen nach innen fortschreitenden Weise.

Achsenstücke von ungefähr 1,4 mm Stärke zeigen den erstjährigen Korkring im unteren Teil des Sprosses vollendet und sehr gleichmäßig 7—8 Zellen breit. Alle Korkzellen sind mit braunen Gerbstoffmassen erfüllt. Deutliche Nester von zerdrücktem unverändertem Weichbast sind überall im Kork eingeschlossen.

Die unmittelbar nach innen an den Korkmantel grenzenden noch tätigen Weichbastzellen zeigen sich etwas vergrößert und mit dickwandigen hellglänzenden Wänden versehen, die noch reinen Zellulosecharakter besitzen. Es scheint hier der Anfang einer auf der untersten Entwicklungsstufe stehen gebliebenen Faserbildung vorzuliegen, die bei vielen anderen Arten der Gattung in dieser Region tatsächlich stattfindet. Diese Zone nachträglich stark verdickter Weichbastzellen zeigt sich geschlossen rings um die ganze Achse.

Ein Querschnitt unmittelbar über der Insertionsstelle des einjährigen Sprosses zeigt tatsächlich einige wenige dieser dickwandigen Zellen noch weiter faserartig verdickt mit glänzenden gelblichen Wänden und sehr engem, fast punktförmigem Lumen. Die bei anderen Arten der Gattung zur Ausbildung von typischem Sklerenchymfasergewebe führenden Anlagen sind also tatsächlich auch hier vorhanden. Die innersten Schichten des erstjährigen Weichbastes bleiben in ihrer Form und der Beschaffenheit ihrer Wände unverändert. Sie werden jedoch im zweiten Jahre durch die in gleicher Weise eintretende Vergrößerung und darauf folgende Verkorkung der äußeren Lagen des sekundären Weichbastes vollständig zusammengepreßt. Dieser sekundäre Korkring erreicht dieselbe Stärke wie der des ersten Jahres.

In dem der Verkorkung nicht anheimgefallenen inneren Teil des sekundären Weichbastmantels kommt es jedoch zur Ausbildung eines rings geschlossenen Sklerenchymfaserrings, der seine Entstehung aus der auch hier sich anfangs findenden Zone von dickwandigen Zellen, wie sie oben beschrieben wurde, an den Stellen noch deutlich erkennen läßt, an denen nur eine sich über einen Teil des Stammumfanges erstreckende sekundäre Weichbast- und damit auch Sklerenchymfaserzone gebildet wurde. Letztere geht dabei in den seitlichen allmählich an Stärke abnehmenden Partien des Bastes in eine Lage von solchen starkwandigen in der Entwicklung stehen gebliebenen Weichbastzellen über.

Die Bildung von Sklerenchymfasern in dem innerhalb des ersten Jahres gebildeten Bast scheint übrigens auch von besonderen äußeren Verhältnissen abhängig zu sein.

Die Untersuchung eines kräftigen und reich beblätterten Exemplars einer als var. *latifolia Trautv.* bezeichneten Pflanze (unterer Durchmesser des ein-

jährigen Sprosses 2,5 mm) ergab neben sonstiger völliger Übereinstimmung mit dem typisch ausgebildeten Exemplar der Art im erstjährigen Weichbast im ganzen unteren Sproßteil das Vorhandensein eines aus ziemlich reichzähligen Gruppen zusammengesetzten unterbrochenen Sklerenchymfaserrings, der allerdings in den oberen Teilen noch fehlte. Dieselben Verhältnisse ergaben sich bei der Untersuchung eines weiteren ebenfalls kräftig entwickelten und als var. *latifolia* M. v. B. bezeichneten Exemplars, mit der Standortsangabe: in salsis. Die Sklerenchymelemente des Weichbastes bildeten hier einen fast vollkommen geschlossenen Ring, an dessen Außenseite noch Einzelfasern in der schon mehr oder weniger verkorkten Zone vorhanden waren.

Daß nun, wie aus den kräftig entwickelten Vegetationsorganen dieser Exemplare zu schließen ist, günstige Lebensbedingungen und in erster Linie genügende Wasserzufuhr zur Ausbildung sklerenchymatischer Elemente im Weichbast führt, dürfte nach den angeführten Tatsachen keinem Zweifel unterliegen.

Reaumuria squarrosa Jaub. et Sp.

Epidermiszellen des drehrunden, nur sehr schwach gefurchten jungen Sprosses (0,9 mm) mit fast ebener Außenseite und glatter Cuticula, deren einspringende Leisten tüpfelartige Aussparungen zeigen. Wände der Epidermiszellen allseitig kräftig verdickt. Epidermisdrüsen von gewöhnlichen Epidermiszellen umgeben, etwa 20 auf 1 mm², in der Hauptsache parallel zur Längsachse des Sprosses oder wenig schräge gestellt, sehr selten quer.

Spaltöffnungen fehlen.

Grundgewebezellen der primären Rinde in den äußeren Lagen, besonders unmittelbar unter der Epidermis, dickwandig und deutlich einfach getüpfelt. Die tiefer liegenden Zellen dünnerwandig.

Kristalle in der primären Rinde fehlend; nur in dem unmittelbar unter der Blüte liegenden, etwas verdickten Teile der Achse Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk sowie einzelne Steinzellen.

Perizykel frühzeitig allseitig verkorkt, mit dünnwandigen Zellen.

Die Zellen des Weichbastes zartwandig und englumig, die Parenchymzellen mit grauvioletten, schwerlöslichen Inhaltsmassen erfüllt, die mit Eisen die Gerbstoffreaktion zeigen.

Sklerenchymelemente im Perizykel fehlen.

In wenig stärkeren Achsen (1,3 mm) beginnen die äußeren Weichbastzellen im Anschluß an den Perizykel unter gleichzeitigem nachträglichen Wachstum ihre Wände zu verkorken, bisweilen auch einzelne, dem Perizykel unmittelbar anliegende dünnwandige Grundgewebezellen der Rinde.

In den der Basis genäherten Teilen der Achse (1,9 mm) ist zu Beginn

der Blüte der Korkmantel vollständig ausgebildet und bis zu einer Stärke von vier Zellen entwickelt, nach außen begrenzt von den tangential stark gedehnten Zellen des Perizykels. Die Korkzellen selbst sind sehr dünnwandig, verschieden groß und entsprechend ihrer Entstehung undeutlich radial gereiht, zuweilen zerdrückte Weichbastelemente einschließend. Als Inhalt führen sie reichlich braune gerbstoffartige Massen. Bemerkenswert ist die nachträgliche Bildung von Sklerenchymfasern innerhalb des Korkmantels in dem äußeren und mittleren Teil des Weichbastes, die aus Bastparenchymzellen hervorgehen und auf eine sehr kurze, unmittelbar über der Insertionsstelle des einjährigen Sprosses liegende Partie beschränkt bleiben.

Mit der Entwicklung der Korkschicht geht eine Veränderung in der Gestalt und Wandbeschaffenheit der Grundgewebszellen der primären Rinde einher. Diese zeigen in den inneren Lagen vollständig verholzte Wände, während die äußeren, schon im jüngsten Teile des Sprosses durch ihre starken Wände auffallenden Zellen eine weitergehende Differenzierung in der Beschaffenheit der Wände erfahren haben. Ihre Primärlamelle ist ebenfalls verholzt, die Sekundärlamelle noch mehr oder weniger Zellulose und von einer feinen verkorkten Tertiärlamelle ausgekleidet. Zugleich sind die Zellen ziemlich aus ihrem Verband getreten, indem ihre Wände von den Interzellularen ausgehend sich voneinander lösen und nur noch an kleinen rundlich begrenzten Bezirken miteinander in Verbindung stehen; auf diese Weise ist das Interzellularsystem beträchtlich vergrößert. Die Tüpfel selbst sind verschieden groß, rund bis elliptisch, quergestellt und unregelmäßig zerstreut oder zu kleinen Gruppen vereinigt, die wieder häufig für sich als elliptisch umgrenzte und quer angeordnete Komplexe auftreten.

In der zweiten Vegetationsperiode schreitet die Verkorkung des Weichbastmantels nach innen zu weiter fort. Es werden hierbei bis zum Schlusse des zweiten Jahres bei derselben Achse verschiedene Verhältnisse geschaffen, je nachdem diese regelmäßigen Dickenzuwachs zeigt oder nicht und je nachdem in der sekundären Rinde Sklerenchymelemente auftreten oder solche ausbleiben. Diese Verhältnisse haben ein Analogon bei der einjährigen Achse, wo die Sklerenchymfaserbildung auf den basalen Teil beschränkt ist. Für ihre Bildung in der sekundären Rinde scheint die Menge des sekundär gebildeten Holzes von Einfluß zu sein. Wenigstens konnte bei zweijährigen Achsen mit stark entwickeltem Holzzuwachs an ein und demselben Exemplar jedesmal sekundärer Hartbast beobachtet werden. Nicht ausgeschlossen ist jedoch, daß seine Bildung auch in den jüngeren Teilen der Achse noch später im Jahre erfolgt. Für die Entscheidung dieser Frage reichte leider das zur Verfügung stehende, sämtlich im Juli gesammelte Material nicht aus.

Wie eben erwähnt, schreitet im zweiten Jahr die Verkorkung des Bastgewebes in zentripetaler Richtung weiter, indem an den zuwachsfreien Stellen des Achsenumfangs sämtlicher Weichbast verkorkt bis auf die vom Cambium am Ende des ersten Jahres nach innen zu gebildete Lage von verkorktem Holzparenchym. Hierbei tritt jedoch im Gegensatz zu den schon früher verkorkten Bastpartien keine nennenswerte Vergrößerung der Zellen ein, die ihre natürliche Anordnung beibehalten und kräftige, glänzende, nur schwach gelb gefärbte Wände zeigen, die eine deutliche Korkreaktion geben, sich jedoch im Gegensatz zu dem übrigen Korkgewebe mit Kalilauge gelbgrün färben. Zwischen ihnen sind die Siebröhren noch deutlich zu erkennen.

An den Stellen der Achse, an denen sekundärer Bast gebildet wurde, geht die Verkorkung auf dessen äußere Lagen über, nachdem ihr in gleicher Weise der ganze erstjährige Weichbast ohne Formänderung zum Opfer gefallen ist. Die äußeren verkorkten sekundären Weichbastpartien zeigen jedoch wieder wie im ersten Jahre eine bedeutende Streckung in radialer Richtung, besonders auf den abfallenden Seiten und an den Kanten der halbmondförmigen Zuwachszone.

Waren im ersten Jahre Sklerenchymelemente gebildet worden, so finden sich diese jetzt vollständig von verkorktem Gewebe eingeschlossen.

Sekundäre Sklerenchymfasern zeigten ein zweijähriges Achsenstück desselben Exemplars mit sehr kräftigem Holzzuwachs (3 mm), an dem unmittelbar unter den schon verkorkten Partien in dem noch tätigen Weichbast ein aus tangential gestreckten, auf dem Querschnitt mehr oder minder bandförmigen Gruppen von kurzen stumpfen Fasern bestehender auch in radialer Richtung unterbrochener Sklerenchymring gebildet war.

Reaumuria desertorum Hsskn. herb.

Diese Art zeigt, was die anatomischen Verhältnisse der Epidermis und der primären Rinde betrifft, eine sehr große Übereinstimmung mit *R. squarrosa*. Eine Abweichung besteht nur bezüglich der Epidermisdrüsen, die meist zahlreicher vorhanden sind (45—50 auf 1 mm²). Spaltöffnungen fehlen ebenfalls. Der parenchymatische Perizykel wird frühzeitig verkorkt (Stammdicke 0,5 mm) und im Anschluß an ihn die äußeren Zellagen des Weichbastes, manchmal auch vereinzelt angrenzende Grundgewebszellen.

Schon eine kurze Strecke unter der Spitze zeigen verhältnismäßig schwache Achsen (1,2 mm) zur Zeit der Fruchtreife (Ende August) einen geschlossenen, verhältnismäßig weitlumigen Korkring von 2—3 Zellen Breite, diese selbst dicht von braunen gerbstoffartigen Inhaltsmassen erfüllt.

Der Korkmantel nimmt mit steigender Stärke des Sprosses rasch an Dicke zu und ist in den unteren Teilen der einjährigen Achse zuletzt

bis 7 Zellen stark. Hier beginnen auch im Weichbast vereinzelte Sklerenchymfasern aufzutreten, und wie bei *R. squarrosa* zeigt der Querschnitt an der Basis des Sprosses unmittelbar über seiner Insertion im äußeren und mittleren Teile des noch nicht veränderten Weichbastmantels einen unterbrochenen, mit vereinzelten kürzeren Steinzellen gemischten Sklerenchymfaserring in zwei durch unveränderten Weichbast getrennten Lagen. Die gegen das Ende der Vegetationsperiode noch unveränderte Weichbastschicht ist im Umfang des Sprosses verschieden stark und schwankt von 12 bis zu 2 Zellen. Die Verteilung der verschieden breiten Schichten über den Umfang des Sprosses ist keine gleichmäßige. Doch konnte beobachtet werden, daß auf der Seite mit besonders gefördertem Holzzuwachs gewöhnlich die breiteste Schicht unveränderten Weichbastes vorhanden war. Völlige Verkorkung des Weichbastes bis auf den Holzkörper gehend, wurde an keiner Stelle der einjährigen Achse bei sämtlichen drei zur Zeit der Fruchtreife untersuchten Exemplaren beobachtet.

Mit Beginn der zweiten Vegetationsperiode schreitet die Verkorkung des Weichbastes in regelmäßiger Weise nach innen fort. In den mehr von der Insertionsstelle entfernten Strecken des Sprosses, in denen im ersten Jahre die Bildung von Sklerenchymfasern unterblieben war, ist der ganze primäre Weichbast verkorkt. Seine inneren Lagen zeigen keine besondere Größenveränderung; nur die gelbe Farbe ihrer Wände läßt erkennen, daß sie verkorkt sind, und bezüglich der chemischen Reaktion auf Kalilauge verhalten sie sich genau wie die entsprechenden Schichten bei *R. squarrosa*.

Dagegen sind die äußeren schon verkorkten Lagen des sekundären Weichbastes in radialer Richtung wesentlich gestreckt. Dabei ist zu beobachten, wie die unmittelbar vor der Verkorkung stehenden Zellen plötzlich schichtenweise sich vergrößern und ihre radiale Anordnung verschwindet, wie ja auch in der fertig verkorkten Schicht eine solche nicht mehr zu erkennen ist. Bisweilen konnten bei stark gestreckten Weichbastzellen sekundäre Teilungen durch tangentiale Querwände beobachtet werden.

In dem tieferen Teile des Sprosses, in dem im ersten Jahre Sklerenchymfasern gebildet wurden, erscheinen diese vollständig in verkorktes Gewebe eingeschlossen, bisweilen noch von einzelnen unveränderten Zellulosezellen begleitet.

Ebenso wie der primäre zeigt auch der sekundäre Bast in dieser Höhe einen Sklerenchymfaserring, der vollständig dem von *R. squarrosa* entspricht.

An den Seiten des ausbleibenden sekundären Holzzuwachses ist die Verkorkung nur noch wenig vorgeschritten. Waren Sklerenchymfasern vorhanden im ersten Jahre, so sind sie jetzt von verkorkten, in ihrer

Größe unveränderten Weichbastzellen umgeben. Eine Bildung von sekundären Sklerenchymfasern unterbleibt hier jedoch, da neuer Bast überhaupt nicht oder nur sehr spärlich gebildet wird. Der erstjährige Weichbast bleibt also zu einem Teile auch im zweiten Jahre funktionsfähig.

Reaumuria hirtella Jaub. et Sp.

Epidermiszellen im Querschnitt verhältnismäßig weit und nicht stark verdickt. Ein Teil der Zellen in längere oder kürzere Papillen ausgezogen, die entweder nur als stark ausgeprägte knopfartige Vorwölbungen zu beobachten sind oder als fingerförmige, zum Teil sehr englumige haarartige Fortsätze, gewöhnlich bis 175 μ lang, auftreten. Seltener wurden solche von 0,5—1 mm Länge beobachtet. An der Papillenbildung ist entweder nur der mittlere Teil der Außenwand der Zelle beteiligt; die Papille erscheint dann auf dem optischen Längsbilde mit fast parallelen Wänden. Oder es ist die ganze Außenwand vorgezogen, so daß sie einen breit kegelförmigen Fuß aufweisen. Papillen von letzterer Form sind seltener.

Die Cuticula ist fein gestreift.

Epidermisdrüsen 20—30 auf 1 mm^2 und in der Hauptsache längsorientiert.

Bisweilen konnten Zwillingsdrüsen beobachtet werden, hervorgegangen aus zwei benachbarten Epidermiszellen.

Spaltöffnungen fehlen.

Von den Grundgewebszellen zeigen die unmittelbar an die Epidermis grenzenden Reihen kräftige Wände und ziemlich enges Lumen, während die inneren weiterlumig und dünnerwandig erscheinen. In den äußeren Partien führen einzelne Zellen aus unregelmäßigen kristallähnlichen Individuen zusammengesetzte Konglomerate, die in der Hauptsache aus oxalsaurem Kalk bestehen. Alle Zellen zeichnen sich durch die gelbe Farbe ihrer Wände aus.

Gegen innen zeigt der jüngste Teil des Sprosses zur Zeit der Blüte (0,3 mm Durchm.) einen parenchymatischen Perizykel, bestehend aus zwei Lagen dünnwandiger interzellularfreier, etwas tangential gestreckter und verkorkter Zellen. In dem Gewebe des dünnen Weichbastmantels treten kleine, rundlich lumige und stark verdickte Zellen hervor.

Wenig stärkere Sprosse (1 mm Durchm.) zeigen bereits den Beginn einer Korkbildung, indem im unmittelbaren Anschluß an die verkorkten Parenchymzellen des Perizykels die äußeren Weichbastzellen sich vergrößern und in der ganzen Ausdehnung ihrer Wände verkorken.

In fertigem Zustand, bei einer Stammdicke von 1,5—2 mm ist dieser Korkmantel ungefähr 14 Zellen stark und besteht aus unregelmäßig ungeordneten, im Querschnitt verschieden großen, eckigen, nicht stark verdickten, Gerbstoff führenden Zellen und schließt stellenweise größere

oder kleinere Nester von deutlichem Weichbastgewebe sowie einzelne Bastfasern ein. Die letzteren finden sich häufig in der äußeren Partie des Korkgewebes, jedoch auch im Inneren und sind augenscheinlich aus den oben erwähnten, im Querschnitt rundlichen und dickwandigen Zellen des Weichbastes hervorgegangen. Die Fasern sind meist vereinzelt, bisweilen und in den unteren Sproßteilen regelmäßig zu kleinen meist tangential verlaufenden Gruppen vereinigt. Ihre Form wechselt von kurzen Stabzellen bis zu lang gezogenen und spitz zulaufenden typischen Bastfasern. Im Querschnitt meist unregelmäßig eckig, auch die Einzelfasern — zeigen die dicken gelblichen Wände deutliche Schichtung und in geringer Anzahl kleine, fast punktförmige steilgestellte Spaltentüpfel.

Das Rindengewebe beginnt mit der Ausbildung des Korkmantels zu verholzen, die inneren Zellen vollständig, die äußeren in ihrer Primärlamelle, und wird bald als Borke abgestreift.

Mit Beginn der zweiten Vegetationsperiode tritt die äußere Zellage des sekundären Weichbastes in direktem Anschluß an den Korkmantel des ersten Jahres in die Korkbildung ein. Die letzten Lagen des erstjährigen Weichbastes sind also spätestens mit Beginn des zweiten Jahres ebenfalls vollständig verkorkt. Sie zeigen jedoch nicht mehr die bedeutende Vergrößerung wie die peripherischen Zellen; sie bilden vielmehr eine etwa 5 Zellen breite, faserlose, aber ebenfalls stellenweise deutliche Weichbastelemente einschließende und durch tangentiale Dehnung etwas zusammengedrückte Zone im Kork, bei älteren Stammstücken deren Außenbegrenzung, da der äußere großzellige, die Fasern enthaltende Teil des erstjährigen Korkmantels weniger widerstandsfähig zu sein scheint und bald der Verwitterung und Ablösung anheimfällt.

Die Faserbildung im sekundären Weichbast ist weitaus kräftiger als bei dem einjährigen Sproß, indem es hier zur Bildung eines richtigen Sklerenchymfaserringes kommt, der, aus größeren, tangential gestreckten Gruppen bestehend, nach außen und später auch an seinen Lücken durch eine mehrfache Lage von palisadenartig gestalteten, großen und dünnwandigen, nur in der Primärlamelle verkorkten Zellen mit der inneren festeren Schicht des erstjährigen Korkmantels verbunden ist, nach innen dagegen wieder an eine kleinzellig bleibende und Weichbasteinschlüsse führende Korkzone grenzt. Die Vergrößerung der peripherischen sekundären Weichbastzellen ist also eine weit erheblichere als die des erstjährigen Bastes.

Die sekundären Fasern selbst weichen auch in ihrer Struktur von denen des ersten Jahres ab, obwohl sie ihnen vollkommen homolog sind. Ihre Wände sind stärker verdickt und mit zahlreicheren Tüpfeln versehen. Gegen beide Enden tragen sie unregelmäßige zahnartige Auswüchse. Die Enden selbst sind teils spitz, teils stumpf oder knopfartig verdickt.

Diese Kork- und Faserbildung kann sich mehrmals bei älteren Stämmen wiederholen, ist aber dann entsprechend dem ungleichmäßigen Dickenwachstum des Stammes nur einseitig. Zu beiden Seiten einer solchen Bastzuwachszone verkorkt dann der vorjährige Weichbast eine Strecke weit bis auf den Holzkörper, so den seitlichen Abschluß der tätigen Elemente bewirkend, während an der übrigen Peripherie des Holzkörpers die cambiale Zellschicht noch lebendig bleibt und in einem Zustand der Ruhe verharrt.

Ähnliche Korkmäntel treten übrigens in der Wurzel auf. Ich beobachtete wenigstens einen solchen an einer mehrjährigen Wurzel, der aber gegenüber dem für die Achse beschriebenen zwischen seiner äußeren und inneren Korkzellenzone mehrere (3—4) konzentrische Zonen aus isolierten Sklerenchymfasergruppen und zwischen diesen in radialer Richtung, zwischen den einzelnen Sklerenchymbündeln in tangentialer, gestreckte, schwach verkorkte, ebenfalls Gerbstoff führende Sklerenchymzellen aufwies.

Außer diesen typischen Exemplaren der Spezies war es mir möglich, einige weitere abweichende Formen zu untersuchen, darunter von Volkens bei Cairo und Hélouan Januar bezw. Mai gesammeltes Material, das augenscheinlich von denselben Pflanzen stammt, auf welche sich die in seiner „Flora der aegyptisch-arabischen Wüste“ mitgeteilten Beobachtungen beziehen und von denen zunächst gesprochen werden soll.

An den sämtlichen Volkensschen Exemplaren fällt eine bedeutend schwächere Ausbildung der epidermalen Papillen auf. Die bedeutend kräftigeren Außenwände der Epidermiszellen sind meist nur knopfförmig vorgestülpt oder zu Papillen ausgezogen, die nur eine Länge von 30—40 μ erreichen. Dabei sind ihre Wände sehr kräftig, so daß sie meist nur ein strichförmiges Lumen zwischen sich lassen. Außerdem ist die Papillenbildung mehr auf die Enden der Sprosse beschränkt und wird nach abwärts, wo dann vereinzelt längere haarartige Papillen auftreten, immer spärlicher, um sich dann ganz zu verlieren, so daß ich in diesen Exemplaren eine konstante Form *glabrescens* erblicken möchte.

Die Anzahl der Epidermisdrüsen scheint eine größere zu sein; es konnten 35—40 auf 1 mm^2 festgestellt werden.

Sklerenchymfasern im verkorkenden Weichbast finden sich in der ganzen Länge des einjährigen Sprosses spärlicher; nur unmittelbar über der Insertionsstelle des Sprosses sind sie auf eine kleine Strecke hin mächtig entwickelt und bilden einen fast vollständigen Ring, der abweichend auf beiden Seiten von palisadenartigem, schwach verkorktem Gewebe umgeben ist und so, trotz typisch einjährigen Holzkörpers ohne Jahrringbildung, mehr das Aussehen einer sekundären Korkzone besitzt. Das primäre Rindengewebe ist hier abgeworfen.

Die sekundäre Korkschicht fällt ebenfalls durch reichlichere Aus-

bildung des Palisadengewebes auf, das sich auch von der Sklerenchymzone nach rückwärts findet.

Die Untersuchung eines zweiten Exemplares, das durch sein üppiges Wachstum und die Stärke seiner Achsenteile auffallend war (4 mm Durchmesser des einjährigen Sprosses an der Basis, 5,4 mm der kriechenden zweijährigen Hauptachse) und anscheinend an feuchter Stelle gewachsen war, ergab, daß die Ausbildung dieses lockeren palisadenartigen Korkgewebes auf beiden Seiten der Sklerenchymzone auch im ersten Jahre unter Umständen in größeren Strecken der Achse möglich ist und also sehr wahrscheinlich eine Folge der günstigen Lebensbedingungen ist, welche die Pflanze an ihrem zufälligen Standort findet. Dieses Gewebe konnte in der ganzen unteren Hälfte des Sprosses auf mehr als 12 cm hin verfolgt werden.

Im Korkmantel der kriechenden Hauptachse, die also sicher nahezu den gleichen physikalischen Bedingungen unterliegt wie eine Wurzel, bildeten die Fasergruppen zwischen den beiden begrenzenden englumigen Korkzonen ebenfalls wie bei der echten Wurzel mehrere konzentrische Ringe und zeigten sich außerdem noch von gestreckten, steinzellenartig gewordenen Parenchymzellen mit kräftig verholzten und getüpfelten Wänden umgeben, an welche sich erst die schwach verkorkten dünnwandigen Zellen schlossen. Sämtliche Fasern waren auffallend stark und weitlumig. Es scheint also, daß die Möglichkeit einer reichlicheren Wasserzufuhr bei dieser Art einen ganz besonderen Einfluß auf die Ausbildung des Korkmantels ausübt. In den oberen Teilen des Sprosses als Schutz der meist sehr dünnen Achse gegen zu lebhafte Transpiration und eventuell zu starke Insolation zeigt er weitlumiges verkorktes Gewebe mit mehr oder minder zahlreichen, wohl vorzugsweise mechanischen Zwecken dienenden Sklerenchymfasern. In den tieferen Teilen der Sprosse kommt hinzu während der aktiven Lebensdauer des ganzen Gewebes die Aufgabe der Wasserspeicherung, ermöglicht durch vergrößerte, unvollständig verkorkte Zellen, die noch längere Zeit lebenden Inhalt behalten. In abgestorbenem Zustand muß dann wieder dieses ganze Gewebe einen besonders kräftigen Schutz gegen Insolation oder bei unteren Achsenteilen gegen die hohe Bodentemperatur des Standortes bilden, an dem nach Volkens (l. c. p. 14) Erwärmungen des Bodens auf 52—56° eine regelmäßig eintretende Erscheinung sind.

Reaumuria mucronata Jaub. et Sp.

Epidermiszellen des jungen, im Querschnitt etwas dreieckigen Sprosses fast gleich groß und mit sehr verdickter und stark vorgewölbter Außenwand.

Epidermisdrüsen spärlich, bis 5 auf 1 mm², verschieden orientiert.

Spaltöffnungen fehlen.

Grundgewebezellen der Rinde unmittelbar unter der Epidermis mit stark verdickten Wänden, nach innen zu größer und dünnerwandig werdend. Die weitlumigen und tangential gestreckten Zellen des parenchymatischen Perizykels schon bei ganz jungen Achsen (0,4 mm Durchm.) allseitig verkorkt und an sie anschließend die ersten Zellagen des Weichbastes. Die unveränderten inneren Weichbastzellen wenigstens in den jüngeren Sproßteilen ohne besondere radiale Ordnung und mit rotviolettem Inhalt erfüllt.

Mit der Dickenzunahme des Sprosses schreitet die Verkorkung des Weichbastes unter gleichzeitiger geringer Vergrößerung seiner Zellen nach innen weiter. Zugleich wachsen einzelne Bastparenchymzellen zu langen, im Querschnitt eckigen Fasern mit sehr starken, glänzenden, deutlich geschichteten Wänden und engem Lumen aus, die einzeln oder zu wenigen vereint in dem verkorkenden Weichbastgewebe zusammen mit zerdrückten Siebröhren eingeschlossen werden. Bisweilen bleiben in unmittelbarer Berührung mit den Fasern einige nach außen angrenzende Bastzellen unverändert und geben noch lange nach Vollendung des Korkmantels die Zellulosereaktion.

Zugleich mit der Entwicklung des Korkgewebes erscheinen die Zellen des Perizykels tangential bedeutend gestreckt.

In den unteren Partien des Sprosses werden die Sklerenchymfasern zahlreicher und bilden in dem hier bis 12 Zellen breiten verkorkten Bastgewebe ganz unregelmäßige Nester, die Reste eines ehemals geschlossenen und gesprengten Sklerenchymrings vortäuschend. Dabei erscheinen sie unmittelbar über der Insertionsstelle des Sprosses auf dessen äußere Seite beschränkt, während sie auf der inneren, der Abstammungsachse zugekehrten Seite fehlen. Am Ende der Vegetationsperiode ist die Verkorkung des Weichbastes an einzelnen kurzen Strecken bis auf den Holzkörper vorgeschritten, ein weiteres Dickenwachstum an diesen Stellen also ausgeschlossen.

Der sekundäre Bast schließt unmittelbar an die verkorkten vorjährigen Schichten an.

Seine äußeren Lagen werden wieder zu weitlumigem Korkgewebe, das eine deutliche Abgrenzung gegen die kaum oder nur wenig vergrößerten innersten Schichten des vorjährigen Weichbastes zeigt.

Da der meist sehr bedeutende Holzzuwachs des zweiten Jahres nur einseitig erfolgt, so entstehen an der Außenseite des mehrjährigen Stammes scharfe und fast rechtwinklig vorspringende Kanten, in deren Buchten die dem sekundären Holzkörper unmittelbar benachbarten und ursprünglich etwas tangential gestreckten, verkorkten erstjährigen Weichbastzellen stark in radialer Richtung gedehnt erscheinen.

Die Art der Verkorkung des sekundären Weichbastes und die

Bildung von Sklerenchymfasern aus einzelnen seiner Parenchymzellen ist die gleiche wie im primären Bast. Doch ist die Größenzunahme der verkorkenden Zellen eine beträchlichere und ihre Wände sind dementsprechend auffallend dünn, besonders in den äußeren Lagen in der Nähe der Sklerenchymfasern.

Bisweilen wird im zweiten Jahre Holz an zwei nahe benachbarten Zonen, die nur durch eine kurze Strecke vollständig verkorkten Weichbastes getrennt sind, und damit auch Rindengewebe gebildet. Bei starker Entwicklung des neuen Holzkörpers und seitlichem Übergreifen über seine ursprüngliche Basis, wie sie öfter zu beobachten war, bildet sich hierbei eine tief in die Achse reichende Furche, die, wenn diese seitliche Drehung des neuen Holzkörpers, die durch die ungleich starke Entwicklung der von der bogig aufsteigenden Hauptachse entspringenden Seitenzweige bedingt ist, besonders ausgeprägt ist und sich infolgedessen beide Holzkörper berühren, zu einem mehr oder minder geschlossenen Kanal wird, der in älteren Achsen öfter vorgefunden wird.

Die Untersuchung eines anderen Exemplares, das eine mehr verzweigte und wurmartig kriechende, reich mit Blattwinkeln besetzte Form darstellte, sowie von zwei weiteren, besonders üppig gewachsenen und sehr starke einjährige Triebe aufweisenden Exemplare ergab im anatomischen Bau nur ganz geringe Verschiedenheiten. Die Epidermisdrüsen waren etwas zahlreicher (ca. 10 auf 1 mm²); Spaltöffnungen fehlten ebenfalls. Die Parenchymzellen des Weichbastes waren dicht mit braunen Gerbstoffmassen erfüllt, die verkorkten Bastzellen des einjährigen Sprosses auffallend stark vergrößert, die Sklerenchymfasern im äußeren Teil des verkorkten Gewebes zu größeren Gruppen vereint und diese durch stark gedehnte verkorkte Zellen brückenartig verbunden. Einzelne Bastparenchymzellen in Berührung mit den Fasergruppen haben das Aussehen weitlumiger Steinzellen angenommen und zeigen verholzte Wände. Es ist also eine gewisse Tendenz zur Bildung ähnlicher Verhältnisse wie bei gewissen Formen von *R. hirtella* nicht zu verkennen und wohl ebenso durch günstige Lebensbedingungen hervorgerufen, wie sie aus dem Standortsvermerk des einen Exemplares auch zu schließen sind (fontaine chaude Biskrah).

Als besonders auffallend seien die bei einem dieser kräftigen Exemplare (Parquet Nr. 322) vorgefundenen kristallähnlichen Konkretionen verschiedener Größe und Form erwähnt, die nicht besonders spärlich in den äußeren Rindenzellen der blütentragenden Sprosse vorgefunden wurden und anderen Exemplaren fehlen. Sie stellten sich dar als Konglomerate von verschieden großen, einzelnen und zusammengesetzten, unregelmäßig gestalteten, optisch anisotropen Körnern dar, die anscheinend durch ein feinwabiges Netzwerk aus organischer Substanz verbunden waren. Beim

Mazerieren des Tangentialschnittes mit Chromschwefelsäure bleiben sie als Klumpen zurück, die bei leisem Druck sofort in verschieden große Körner zerfallen, um dann langsam unter Quellungserscheinungen sich aufzulösen. Die Bildung von Gipsnadeln beim Behandeln mit Schwefelsäure allein war sehr spärlich. Flußsäure löste sie in kurzer Zeit.

Reaumuria fruticosa Bge.

Epidermiszellen mit ebener, mäßig verdickter Außenwand und glatter Cuticula. Drüsen bis 10 auf 1 mm². Spaltöffnungen fehlen. Grundgewebszellen der Rinde sehr zartwandig und gestreckt.

Im Perizykel ein Sklerenchymfaserring, der bei dem zur Untersuchung gelangten Material (gesammelt im Oktober) gesprengt erschien, ursprünglich jedoch augenscheinlich geschlossen war. Fasern sehr lang, an den Enden stumpf abgerundet bis zugespitzt, mit verhältnismäßig dünnen Wänden und weitem, eckig konturiertem Lumen. Tüpfel spärlich, klein, mit längsgerichtetem Spalt. An der Außenseite des Sklerenchymringes bezw. seiner Einzelstücke in direkter Begleitung der Fasern bis 500 μ lange und 40 mm Durchmesser haltende, dünnwandige, schlauchartige Zellen mit gelblichem Inhalt.

Weichbastmantel aus dünnwandigen, rundlich lumigen Zellen mit braunem Inhalt bestehend und am Ende der Vegetationsperiode von dem gesprengten Sklerenchymfaserring durch eine 3—5 Zellen breite Lage von dünnwandigen, in axialer Richtung gestreckten gleich großen weitlumigen und regelmäßig radial gereihten Korkzellen getrennt, die augenscheinlich aus einem von der äußersten Lage Weichbastzellen gebildeten Meristem hervorgegangen sind.

Die unmittelbar dem (echten) Korkmantel nach innen angrenzenden rundlich lumigen Weichbastzellen sklerosieren noch im ersten Jahr und liefern, wohl erst nach Ausbildung des Korkringes, Sklerenchymfasern, die durch ihre vollständig verholzten, stark verdickten Wände, ihren rundlichen, nur wenig in radialer Richtung zusammengedrückten Querschnitt und ihre bedeutend geringere Länge von den Fasern des Perizykels deutlich verschieden sind. In den gegen die Sproßspitze hin gelegenen Teilen, nur ganz vereinzelt auftretend, bilden sie in den unteren Teilen zusammenhängenden und sich gewöhnlich über mehr als einen halben Kreisbogen erstreckenden Belag des Weichbastes, der immer deutlich mit der stärker ausgebildeten Seite des Holzkörpers zusammenfällt. In einem Falle konnte die Bildung dieser Faser an der ganzen Peripherie des Weichbastes beobachtet werden, ohne daß jedoch ein allseits geschlossener Ring zustande gekommen wäre.

Die kräftigen, gedrungenen, einjährigen in ihrem unteren Teil verhältnismäßig starken (bis 4 mm Durchm.) Sprosse verjüngen sich nach

der Spitze zu regelmäßig und machen in entlaubtem Zustand den Eindruck von Sproßdornen, besonders wenn sie, was bei dem spät gesammelten Material an vielen der endständigen Sprosse zu beobachten war, nach Art der Halbsträucher unter Verlust der Endknospe von der Spitze her abzusterben begonnen hatten. In diesen oberen Partien zeigt sich der Weichbastmantel in einer von außen nach innen fortschreitenden Weise verkorkt unter gleichzeitiger radialer Streckung seine Zellen. Dieses Korkgewebe ist immer zu unterscheiden von dem anschließenden äußeren echt meristematischen Kork an der ziemlich unregelmäßigen Anordnung seiner Zellen und an den zwischen diesen eingesprengten zerdrückten Weichbastelementen.

Mit der kräftigeren Entwicklung dieses Korkgewebes wird auch der bogenförmige Belag von Sklerenchymfasern gesprengt und in einzelne tangentiale Gruppen aufgelöst. Das primäre Rindengewebe vertrocknet, seine Zellen zeigen zu Ende des Jahres schwach verholzte Wände und werden mit Beginn der zweiten Vegetationsperiode samt der schon früher gesprengten Epidermis und den Sklerenchymfasern des Perizykels abgeworfen.

Mit dem Beginn der zweiten Vegetationsperiode erfolgt von neuem die Anlage eines Korkringes, der wieder in entsprechender Weise aus einem an der Außenseite des sekundären Weichbastes sich bildenden Meristem hervorgeht und in der Beschaffenheit und gewöhnlich auch in der Zahl der gebildeten Korkzellen vollständig dem Korkmantel des ersten Jahres gleicht.

Der primäre Weichbast wird funktionslos und gegen die Teile des jetzt gesprengten erstjährigen Sklerenchymrings gepreßt, wo er als dünne Lage von unveränderten Zellulosezellen noch lange zu erkennen ist.

Innerhalb des zweiten Korkmantels sklerosieren die äußeren Weichbastzellen wiederum und bilden einen 2, höchsten 3 Zellen starken geschlossenen Faserring um das lebende Gewebe.

Die Korkbildung und die Anlage einer Sklerenchymschicht wiederholte sich in jedem Jahre und das älteste untersuchte Stammstück zeigte tatsächlich eine Korkrinde, die aus 5 Jahresproduktionen bestand. Später scheinen die einzelnen Schichten an den Stellen der zerdrückten Weichbastlagen und der eingestreuten Fasergruppen sich zu lösen und mechanisch durch äußere Einflüsse abgestreift zu werden.

Manchmal ist zu beobachten, daß die Bildung von Sklerenchymfasern ausgeblieben ist und die beiden Jahresringe des Korkes lediglich durch zerdrücktes Weichbastgewebe voneinander getrennt sind. Die Ursache ist einmal der bei älteren Achsen häufig unregelmäßig einsetzende Holzzuwachs, der sich auf eine Seite der Achse beschränkt, wo er im Querschnitt sichelförmige Bogen darstellt. Die dieser Holzlage entsprechende Weichbastzone greift wohl über beide Seiten des Holzzuwachses hinaus, entbehrt aber auf diesen beiden Enden der Sklerenchymfasern auf eine

mehr oder minder lange Strecke. Diese Partien erscheinen dann später im Kork als einfache Lagen zerdrückter Zellen. Andererseits sind mitunter im regelmäßig gebauten Holzkörper sehr schmale Jahresringe vorhanden, die fast nur weite Frühjahrsgefäße und wenig Holzfasern enthalten, denen dann auch ein schwächerer Bast entspricht, bei dem die Ausbildung von Sklerenchymfasern unterbleiben kann.

Die seitliche Begrenzung der Weichbastsicheln und ihr Abschluß gegen den vorjährigen Bastring erfolgt dadurch, daß dieser hier auf eine Strecke weit bis auf den Holzkörper hin verkorkt unter gleichmäßiger Vergrößerung seiner Elemente.

Reaumuria oxiana Boiss.

Epidermiszellen des im Querschnitt unregelmäßigen und leicht gefurchten jungen Sprosses (0,8 mm Durchmesser) mit kräftigen Wänden. Außenwand wenig stärker. Cuticula fast glatt oder sehr fein gestreift. Zellen im Querschnitt verschieden, von regelmäßig quadratisch bis tangential gestreckt, den Kanten folgend auch radial ausgezogen mit nach innen konvergierenden Seitenwänden.

Grundgewebszellen der primären Rinde in ihrem größeren äußeren Teile zartwandig, die inneren Lagen weitlumiger mit Neigung zur Verholzung.

Im Perizykel ein geschlossener, ungleich breiter Faserring; die Einzelfasern von eckigem Querschnitt, verhältnismäßig dünnwandig, sehr lang (bis 1 mm und darüber), mit sehr zahlreichen schräggestellten und lang ausgezogenen Spaltentüpfeln; die schmalen zwischen diesen Spalten stehen gebliebenen Wandpartien verleihen ihnen das Aussehen von spiralig verdickten Tracheiden. Die Wand der Fasern ist unvollkommen verholzt.

Weichbastelemente ohne besondere regelmäßige Anordnung, die Parenchymzellen mit kräftigen hellglänzenden Wänden, aus denen später in den tieferen Teilen des Sprosses mitten im Weichbastmantel zerstreute, kurze, sehr stark verdickte und vollkommen verholzte Fasern hervorgehen, die sich auch durch ihr rundliches Querschnittsbild von den Fasern des Perizykels unterscheiden.

In einiger Entfernung von der Spitze bildet sich bei nur wenig stärkeren Sprossen (0,9 mm Durchmesser) in der dem perizyklischen Sklerenchym unmittelbar nach außen anliegenden Zellage des Rindenparenchyms ein Meristem, das, zuerst nur an einzelnen Stellen in den Kanten auftretend, bald zum Ringe geschlossen ist und eine Korkschicht von ungefähr 5 Zellen Dicke produziert. Die einzelnen Zellen sind weitlumig, dünnwandig und mit violettrotem öligem Inhalt erfüllt, der eine schwache Gerbstoffreaktion aufweist.

Durch diesen Korkring wird das Rindengewebe zusammengedrückt

und mit der gesprengten Epidermis zum Abfallen gebracht. Nur einzelne holzig gewordene Zellen haften bisweilen der äußeren Seite des Korkes noch längere Zeit an. Alsbald nach der fertigen Ausbildung des extraperizyklischen Korkmantels beginnen die Zellen des Weichbastes vom Sklerenchymring ab nach innen sich durch Flächenwachstum zu vergrößern und zu verkorken, dabei diesen gleichzeitig in einzelne Gruppen zersprengend. Die unterdessen aus den obenerwähnten Bastparenchymzellen hervorgegangenen kurzen stabzellenähnlichen Fasern finden sich hier, wenn auch in spärlicher Anzahl, rings von Korkgeweben umgeben.

Von der Verkorkung ausgenommen bleiben nur wenige innerste Zellagen des Weichbastes.

Diese Art der nachträglichen Verkorkung des Bastes im ersten Jahre scheint jedoch nicht für alle Teile der Pflanze immer die Regel zu sein. Wenigstens konnte in dem zweijährigen bogenförmig dem Boden anliegenden Achsenstück (3,7 mm Durchmesser) desselben Exemplars eine in anderer Weise erfolgte Umbildung des erstjährigen Weichbastes konstatiert werden. Die Rinde zeigte hier an der Außenseite des sekundären Weichbastes zu Ende der Vegetationsperiode ebenfalls einen vollkommen ausgebildeten meristematischen Korkring. Die Parenchymzellen des zwischen diesen beiden Korkschichten eingeschlossenen Bastes waren ebenfalls zum Teil in radialer Richtung vergrößert, jedoch in verschieden starkem Maße und in ihrer Mehrzahl weniger verkorkt als zu mehr oder weniger gestreckten, unregelmäßig konturierten, verschieden weiten, verholzten und reichlich getüpfelten Steinzellen umgebildet, die zwischen sich neben zerdrückten Weichbastinseln noch unveränderte, aber stark vergrößerte Zellulosezellen einschlossen. Die Verholzung der Zellwände war besonders kräftig in den innersten gegen den zweitjährigen Korkring grenzenden Lagen.

Wesentlich dasselbe Bild bot ein Querschnitt durch die Rinde der ebenfalls zweijährigen, teilweise im Erdboden vergrabene Hauptachse desselben Exemplars (5 mm Durchmesser). Außer einer reichlicheren Bildung von sehr stark verdickten Fasern fielen hier die besonders in der Peripherie vorhandenen langgestreckten aber ganz zartwandig gebliebenen Zellen auf, welche die einzelnen Fasergruppen sowohl gegeneinander wie mit dem äußeren Korkmantel brückenartig verbanden und ganz das Aussehen von Aerenchym boten, ähnlich wie in der sekundären Rinde von *R. hirtella*.

Es scheint sich hier noch um eine besondere Modifikation in der Ausbildung der als Transpirationsschutz und schlechter Wärmeleiter dienenden Gewebeform, wie es verkorktes Gewebe im allgemeinen dardarstellt, zu handeln, indem die kräftig verholzten und ziemlich regellos angeordneten vergrößerten Zellen als eine gegen Druck widerstandsfähige

Versteifungseinrichtung angesehen werden könnten und vielleicht noch um eine weitergehende Funktion dieses Gewebes, nämlich der der Wasserspeicherung und Wasserleitung, wobei allerdings der Nutzen eines solchen Gewebes zwischen zwei typischen Korkschichten nur denkbar wäre unter der Annahme, daß schwach verkorkte Zellwände nicht absolut undurchlässig sind, wie dies ja tatsächlich auch vielfach der Fall sein muß, oder daß die Entstehung des zweitjährigen Korkringes erst verhältnismäßig spät erfolgt.

Ob das umgebende Medium übrigens hier einen spezifischen Einfluß auf die Umbildung des Bastgewebes äußert, dürfte erst durch das Experiment an der lebenden Pflanze zu entscheiden sein.

Reaumuria kermanensis Bornm.

Epidermiszellen am jungen, deutlich vielfach gefurchten Sproß (0,8 mm) im Querschnitt schwach nach außen gewölbt. Ihre Tangentialwände mäßig verdickt. Cuticula glatt, ihre zwischen die Epidermiszellen einspringenden Leisten mit zahlreichen einfachen Tüpfeln von 1—1,5 μ Durchmesser.

Epidermisdrüsen vorwiegend in der Längsrichtung des Sprosses orientiert, etwa 7 auf 1 mm^2, meist zwischen langgestreckten Epidermiszellen eingeschlossen, seltener von einem Kranz von 8—10 kürzeren umgeben. Spaltöffnungen etwas zahlreicher, deutlich quergestellt. Tüpfel in der Außenhaut der Drüse gleichmäßig verteilt, 1—1,2 μ im Durchmesser. Grundgewebezellen der primären Rinde zartwandig, mit kleinen Interzellularen; ihre 2—3 innersten Lagen mit mäßig stark verdickten, hellglänzenden Wänden und ohne Interzellularen. Die äußeren dünnwandigen Zellen führen lange Zeit lebendigen Inhalt und sehr kleine Chlorophyllkörper, einzelne auch Kristalldrusen von oxalsaurem Kalk.

Im Perizykel ein vollständig geschlossener, bis 5 Zellen breiter Sklerenchymring, dem sich an der Außenseite einzelne Steinzellen mit mäßig starken Wänden, hervorgegangen aus den oben beschriebenen weiterlumigen Grundgewebszellen, angelagert haben. Sklerenchymfasern dickwandig, verhältnismäßig kurz, mit schwach zugespitzten Enden, durch gegenseitigen Druck polygonal und im Gegensatz zu den sekundären Fasern keine regelmäßige Anordnung erkennen lassend.

Im Weichbast Siebröhren gleichmäßig verteilt; die Parenchymzellen, von denen einzelne, besonders im äußeren Teile des Bastes, durch ihre größere Weite auffallen, mit blaßrotem Inhalt, der mit Eisensalzen eine bläuliche Farbe annimmt.

Gegen Ende der Vegetationsperiode beginnt bei stärkeren Achsen (1,3 mm) die Korkbildung, und zwar indem die unmittelbar an den Sklerenchymring nach außen angrenzenden oben erwähnten weitlumigen

Rindenparenchymzellen ein Korkmeristem bilden, das nach außen sehr dünnwandige, verhältnismäßig weitlumige und im Querschnitt verschieden große Korkzellen abgibt, nach innen dagegen spärlich Phellodermzellen bildet, die alsbald unter dem Einfluß der anliegenden Sklerenchymmassen ebenfalls sklerosieren und den perizyklischen Sklerenchymring verstärken. In die Lücken des allmählich in einzelne Stücke zerfallenden Sklerenchymringes werden ebenfalls von dem außen gelegenen Phelloderm Zellen abgegeben, die jedoch nicht oder erst spät sklerosieren, sondern als reine Zellulosezellen die Verbindung zwischen dem Weichbast und dem meristematischen Gewebe herstellen.

Diese echte Korkbildung tritt zuerst auf einzelne Strecken hin auf und kann eine Mächtigkeit bis zu 5 Zellen erreichen, während die dazwischen liegenden Partien noch völlig des Korkes entbehren, bis bei etwas stärkerem Achsendurchmesser (1,5 mm) der Korkring vollständig geschlossen erscheint, ohne eine viel größere Stärke erreicht zu haben. Der Kork selbst zeigt in radialer Richtung eine regelmäßige Anordnung seiner Zellen, während in tangentialer Richtung ihr Verlauf etwas gestört erscheint infolge der verschiedenen Größe und verschieden tiefen Lage der Meristemzellen an der nicht ebenen Außenseite des Sklerenchymringes.

Die Zellen der primären Rinde zeigen in diesem Alter verdickte und von innen nach außen in abnehmendem Maße verholzte Wände mit zahlreichen Tüpfeln. Einige wenige fallen durch ihre besonders derbwandigen Wände auf. Die Epidermis beginnt in diesem Stadium in Längsrissen zu platzen und sich zugleich mit den äußeren, sehr locker zusammenhängenden Rindenzellen abzulösen.

Im basalen Teil der einjährigen Achse (1,8 mm) zeigt sich der Sklerenchymring noch weiter aufgelöst zu kleinen, wenigzelligen Fasergruppen; einzelne der in die entstandenen Lücken eingewanderten Parenchymzellen sind in tangentialer Richtung stark gewachsen und zeigen kräftig sklerosierte getüpfelte Wände, so daß gegen Ende der Vegetationsperiode die Achse, besonders an der Basis, einen gemischten unterbrochenen Sklerenchymring besitzt. Im Innern des Weichbastes treten dazu noch einzelne, aus bastparenchymatischen Zellen gebildete starke kurze Fasern auf.

Mit Beginn der zweiten Vegetationsperiode erfolgt die Bildung von sekundärem Hartbast in der Weise, daß die vom Cambium nach außen in regelmäßigen radialen Reihen gebildeten gleich großen Zellen in ihren peripherischen Partien frühzeitig sklerosieren, ohne ihre gegenseitige Lage und ihre stabförmige Gestalt zu verändern, während in der inneren Zone durch Ausbildung der Siebröhren die streng radiale Anordnung der Zellen gestört erscheint. In einer zweijährigen, ca. 2,5 mm starken Achse bildet das sekundäre Sklerenchym einen nach außen eben begrenzten,

4—7 Zellen starken allseitig geschlossenen Ring, dessen einzelne in radialer Richtung etwas zusammengedrückte Fasern in streng radialen Reihen orientiert sind.

Die den sekundären Sklerenchymring durchziehenden Markstrahlzellen sind ebenfalls sklerosiert. Erst mit der durch weiteres Dickenwachstum der Achse erfolgenden Sprengung des Ringes wird die regelmäßige Anordnung der Fasern zerstört, zugleich auch durch die späterhin noch in den inneren Partien des Weichbastes auftretenden Fasergruppen. Die Elemente des sekundären Weichbastes sind denen des ersten Jahres gleich.

Zugleich mit der Entwicklung des sekundären Bastes setzt auch eine wiederholte Korkbildung ein, indem die unmittelbar nach außen an den sekundären Sklerenchymring grenzende Zellage zu einem Meristem wird, das nach außen Korkzellen bildet, die von der gleichen Beschaffenheit und Größe sind wie die im ersten Jahre gebildeten, jedoch entsprechend ihrer Entstehung aus einem gleichartigen Meristem eine sehr regelmäßige und für echten Kork typische Anordnung zeigen.

Durch die Ausbildung dieses Korkes und die Entwicklung des sekundären Bastes wird der vorjährige Weichbast vollständig zusammengedrückt und an den primären Sklerenchymring gepreßt; in älteren Rinden zeigen seine Parenchymzellen oft verholzte Wände und unterscheiden sich deutlich von den unveränderten Zellulosewänden der in die Lücken des gesprengten Sklerenchymringes von außen her eingedrungenen Parenchymzellen. Diese letzteren führen stets noch als Inhaltsbestandteile Salze.

Wesentlich komplizierter werden die Verhältnisse in der sekundären Rinde, wenn sich das reguläre Dickenwachstum der Achse nur auf eine bestimmte Strecke ihres Umfanges beschränkt, wo sich dann an das Herbstholz eine oder mehrere sichelförmige bis halbmondförmige Massen von Sekundärholz anlegen und infolgedessen an mindestens zwei Stellen des Achsenumfangs die neugebildeten Rindenelemente an die primären sich seitlich anschließen.

Wie an anderer Stelle bei Besprechung des Holzkörpers näher gezeigt werden soll, bildet das Cambium am Ende der ersten Vegetationsperiode auf mehr oder weniger umfangreiche Strecken, an denen im nächsten Jahr die Bildung von typischen Holzelementen unterbleiben soll, nach innen eine oder meist mehrere Lagen von gestreckten dünnwandigen Holzparenchymzellen, deren Wände gleich nach ihrer Anlage verkorken und einen bestimmten Schutz des wasserleitenden Zentralzylinders darstellen. Am übrigen Teil des Stammumfanges unterbleibt diese Bildung von verkorkendem Gewebe, und es wird hier im zweiten Jahre regelmäßig nach innen Holz, nach außen Bast abgeschieden, welch letzterer an der Peripherie den charakteristisch gebauten oben beschriebenen Sklerenchymring zeigt, dem nach außen unmittelbar das sekundäre Korkmeristem anliegt.

An dem Teile des Stammumfanges, an dem zu Ende des ersten Jahres die Bildung von verkorktem Holzparenchym erfolgte, unterbleibt im zweiten Jahre größtenteils die Anlage von sekundärem Weichbast; mit Ausnahme einer kurzen Strecke zu beiden Seiten des regulären Zuwachses, wo er jedoch des vorgelagerten Sklerenchyms entbehrt und, nach der Seite zu an Stärke allmählich abnehmend, bald von dem an seiner Innenseite auch im zweiten Jahre vom Cambium angelegten verkorkenden Holzparenchym zusammengedrückt und gegen die an seiner Außenseite (in der oben beschriebenen Weise) von der Korkmeristemschicht gebildeten Korkschicht gepreßt wird. Auf diese Weise zwischen zwei, ihrer Entstehung nach allerdings verschiedenwertige Korkschichten eingeschlossen, werden diese Weichbastflügel frühzeitig funktionslos, und ihre Anlage dürfte hier nur in Beziehung stehen zu der gerade an den Seiten des regulären Holzzuwachses auftretenden stärkeren Entwicklung von verkorkendem Holzgewebe, das den hier am Stammumfang entstehenden einspringenden Winkel auszufüllen bestimmt ist, abgesehen von seiner Aufgabe als seitlicher schützender Abschluß des (tätigen) sekundären Holzkörpers.

An der Außenkante der Weichbastflügel berührt sich das sekundäre Korkmeristem mit der Zellreihe des Cambiums. Dieses setzt sich zwar von hier ab in tangentialer Richtung fort, produziert jedoch nach außen nicht mehr typisches Weichbastgewebe, sondern weitlumige Zellen, die der Beschaffenheit ihrer Wände und ihrer Anordnung nach als echter Kork, ihrem morphologischen Werte nach als sekundär verkorktes Weichbastparenchym anzusehen und von dem aus dem angrenzenden Korkmeristem hervorgegangenen echten Korkzellen nicht zu unterscheiden sind. Die Zellen des Cambiums sind zu beiden Seiten des Weichbastflügels mitten im fertig ausgebildeten Korkmantel noch eine kurze Strecke weit an der Beschaffenheit ihrer Wände zu erkennen, verkorken aber bald ebenfalls vollkommen und treten dann im übrigen Teil des Korkmantels nicht mehr oder nur gelegentlich durch ihr etwas von den übrigen Korkzellen abweichendes Querschnittsbild hervor. Es ist also hier der Fall eingetreten, daß der scheinbar homogene sekundäre Korkmantel der zweijährigen Achse an den Stellen ihres Umfanges, die des regulären Dickenzuwachses entbehren, aus zwei morphologisch gleichen, entwicklungsgeschichtlich jedoch verschiedenwertigen Gewebeschichten besteht.

Diese Verhältnisse können sich im nächsten Jahre wiederholen, insofern als an der Außenseite des sekundären Holzkörpers ein weiterer, wieder räumlich begrenzter regulärer Zuwachs stattfindet. Sie konnten an der basalen Stelle in der Rinde einer Hauptachse in vierfacher Folge übereinander beobachtet werden, während der rückwärtige einjährige Holzzylinder infolge der Verkorkung des Cambiums keinen weiteren Zuwachs erfahren hatte.

Hololachne soongarica Ehrenb.

Epidermiszellen der jungen, im Querschnitt eckigen Sprosse (0,25 mm Durchm.) dünnwandig. Außenwand mäßig verdickt, fast eben oder in der Mitte zu ungleich großen, bis 75 μ langen Papillen ausgezogen, die manchmal an der Spitze knopfartig angeschwollen sind. Papillenwände und Cuticula glatt, von der Stärke der äußeren Epidermiswände. Die Papillen nicht regelmäßig auf die ganze Oberfläche verteilt, sondern hauptsächlich auf die freien, den Blättern und Blattbüscheln gegenüberliegenden Seiten des Stengels beschränkt.

Epidermisdrüsen spärlich und mehr auf die papillenfreie oder nur mit höckerigen Auftreibungen der Epidermiszellen versehene Seite beschränkt (5—10 auf 1 mm^2). Spaltöffnungen fehlen.

Rindenzellen zartwandig, in axialer Richtung nach innen zu bedeutend gestreckt.

Im Perizykel ein geschlossener, unregelmäßig 1—3 Zellen breiter Sklerenchymfaserring, an der Außenseite von ein bis mehreren Lagen bis 100 μ langer, dunkelbraunen Gerbstoff führenden, schlauchartigen Parenchymzellen begleitet, die mit wagerechten Endflächen aufeinanderstoßend lange Zellenzüge bilden.

Einzelfasern sehr lang (bis 1 mm), im Querschnitt eckig und ziemlich weitlumig mit vollständig verholzten, gelblichen, anscheinend mit Gerbstoff imprägnierten Wänden und zum Teil nicht besonders zahlreiche kleine schräggestellte gewöhnliche Spaltentüpfel, zum Teil bandförmige und zierlich gedrehte, in der Verdickung zurückgebliebene Wandpartien aufweisend. Die letzteren können etwa als spiralig fortlaufende Tüpfel bezeichnet werden; gelegentlich waren zwei solche mit entgegengesetztem Verlauf und deshalb gekreuzte wahrzunehmen.

Schon kurz unter der Spitze kommt es bei noch ganz dünnen Achsen (0,5 mm) zur Blütezeit zur Ausbildung eines Korkringes, indem unmittelbar im Anschluß an den perizyklischen Festigungsring das Weichbastgewebe von außen nach innen unter gleichzeitiger Vergrößerung seiner Zellen verkorkt. Die einjährige Achse zeigt an ihrer Basis (0,7 mm) einen Korkring von 4—5 Zellen Breite, durch dessen Entwicklung der Faserring mehrfach gesprengt wurde. Die Korkzellen zeigen zuweilen eine mehr oder minder deutlich radiäre Anordnung, was damit zusammenhängt, daß auch die äußeren Weichbastelemente unter dem Eindruck des durch das Dickenwachstum des Zweiges hervorgerufenen radiären Rindendruckes sich in tangentialer Richtung verbreitert und in annähernd radiäre Reihen gestellt haben. Diese Verhältnisse könnten wohl die Entstehung des Korkmantels aus einem Meristem vermuten lassen, doch konnten, wenigstens stellenweise, zwischen den Korkzellen zusammengedrückte kleine Weichbastpartien festgestellt werden und

die Deutung des Korkringes als nachträglich verkorktes Gewebe gesichert werden.

Die Verkorkung ergreift jedoch niemals den ganzen Weichbastmantel, sondern läßt dessen inneren Teil unberührt, und in diesem werden, wenigstens nach dem Befund bei zweijährigen Achsen, noch nachträglich, lange nach der Bildung des Korkringes, einzelne stark verdickte und sehr kurze Fasern gebildet. Die innersten Weichbastzellen bleiben unverändert und werden durch den im zweiten Jahre wieder sehr frühzeitig auf gleiche Weise entstehenden sekundären Korkring zusammengepreßt.

Im oberen Teil eines zweijährigen Achsenstücks (0,9 mm) mit noch schmaler Holzzuwachszone folgt auf diesen Korkring nach innen unveränderter Weichbast. In den tieferen Stellen des kurzen Internodiums bei stärker entwickeltem Holzzuwachs war bereits ein sekundäres Sklerenchym an der Innenseite des Korkringes gebildet. Es muß also, wenn man von der Annahme ausgeht, daß die in vertikaler Richtung verschieden weit gediehenen Entwicklungsstadien einer Achse mit der Entwicklung der ganzen Achse während einer Vegetationszeit zu vergleichen sind, die Entstehung dieser sekundären Sklerenchymelemente, wie es schon im ersten Jahre zu vermuten war, ausnahmsweise spät erfolgen im Gegensatz zu den gewöhnlich beobachteten Fällen, wo ihre Bildung sehr früh erfolgt und gewöhnlich mit der ersten Produktion von sekundären Weichbastelementen zusammenfällt.

Es ist also hier im ersten Jahre zwischen den Sklerenchymelementen des Perizykels und dem von diesen räumlich weit getrennten Hartbast streng zu unterscheiden.

Ältere Achsen standen für die Untersuchung leider nicht zur Verfügung.

Die Lebensdauer der primären Rinde und des perizyklischen Festigungsringes ist eine geringe. Sie werden zu Beginn des zweiten Jahres gleichzeitig mit der Ausbildung der sekundären Korkschicht vollständig gesprengt und zum Abfallen gebracht.

Tamarix tetragyna Ehrbg.

Epidermiszellen teilweise papillös ausgebildet (— 15 μ). Außenwand mäßig verdickt. Drüsen wenig eingesenkt. Grundgewebe der primären Rinde derbwandig, bisweilen schwach collenchymatisch verdickt. Einzelne Zellen mit kleinen Kristalldrusen. Steinzellen im jungen Sproß spärlich, mit Einzelkristallen oder Kristalldrusen; in älteren Sprossen wenig zahlreicher. Im Perizykel geschlossener Sklerenchymfaserring, die einzelnen Faserstränge auf dem Querschnitt stark nach außen vorgewölbt. Korkzellen ziemlich groß, dünnwandig, stark in radialer Richtung zusammengedrückt. Phelloderm deutlich entwickelt; die innersten tangential

gestreckten Zellen schwach sklerosiert. Sekundäre Hartbastbündel im Querschnitt unregelmäßig, einzelne unverdickte Parenchymzellen einschließend. Einzelfasern im Durchschnitt ungleich groß und verschieden weit. Markstrahlgewebe sklerosiert, große Einzelkristalle führend.

Tamarix Meyeri Boiss.

Epidermiszellen schwach vorgewölbt; Außenwand mäßig verdickt. Die äußere Lage der Grundgewebezellen in der primären Rinde palisadenartig gestreckt; innere Zellen zartwandig, vereinzelt kleine Kristalldrusen führend. Drüsen schwach eingesenkt. In der älteren einjährigen Rinde reichlich Steinzellen mit stark verdickten Wänden, Kristalldrusen oder seltener ein bis drei Einzelkristalle führend. Korkzellen im Querschnitt quadratisch, etwas derbwandig. Im Perizykel geschlossener Sklerenchymfaserring aus ungleich großen Faserbündeln. Markstrahlgewebe schwach sklerosiert.

Tamarix tetrandra Pall.

Epidermiszellen schwach nach außen vorgewölbt. Grundgewebe der primären Rinde zartwandig, die innersten Zellen, besonders die in die Buchten des perizyklischen Festigungsringes einspringenden, schwach collenchymatisch verdickt. Drüsen kaum eingesenkt. Im Perizykel ein geschlossener Sklerenchymring aus ziemlich gleich großen, im Querschnitt sichelförmig gestalteten und mit der convexen Seite stark nach außen vorgewölbten Fasergruppen.

Korkzellen klein, derbwandig. Im älteren einjährigen Sproß ziemlich spärlich ungleich große Steinzellen in der primären Rinde, die zum Teil Einzelkristalle führen. Phelloderm spärlich, die innersten Zellen deutlich sklerosiert. Sekundäre Hartbastgruppen auf dem Querschnitt als breite, nach außen konvex vorgewölbte sichelförmige Bogen, zwischen denen das Markstrahlgewebe auf eine kurze Strecke weit sklerosiert. Die sekundären Hartbastgruppen behalten ihre ursprüngliche Stellung gegeneinander lange Zeit und zeigen sich noch in alten Achsen (bis 10 cm Durchm.) in sehr regelmäßigen tangentialen und radialen Reihen angeordnet. Die Borkebildung beginnt im fünften Jahr.

Tamarix elongata Led.

Außenwand der Epidermiszellen fast eben und mäßig verdickt. Drüsen kaum eingesenkt. Im Grundgewebe der primären Rinde zerstreut Steinzellen mit schwach verdickten Wänden, selten Einzelkristalle führend. In älteren einjährigen Achsen Steinzellen zahlreicher und zu tangential gestreckten Gruppen vereint. Perizyklischer Sklerenchymring geschlossen, von schmalen, schwach nach außen vorgewölbten Fasersträngen gebildet.

Korkzellen dünnwandig, verhältnismäßig weitlumig. Korkschicht schon im ersten Jahre mächtig entwickelt. Sekundärer Hartbast wenig entwickelt, im Querschnitt schmale, tangential gestreckte Platten bildend. Markstrahlgewebe unvollständig sklerosiert.

Tamarix Kotschyi Bge.

Epidermiszellen mit ebener und stark verdickter Außenwand. Drüsen kaum eingesenkt. Gewebe der primären Rinde jüngerer Achsen frei von Steinzellen und Kristallen. Ältere einjährige Achsen mit spärlichen, kristallfreien Steinzellen. Im Perizykel ein sehr bald unterbrochener Sklerenchymfaserring, die einzelnen Faserbündel im Querschnitt verschieden große, tangential gestreckte, wenig breite Platten bildend. Korkzellen verhältnismäßig weitlumig und dünnwandig. Sekundärer Hartbast schwach entwickelt, Markstrahlgewebe unvollständig sklerosiert.

Tamarix laxa Willd.

Epidermiszellen mit ebenen, wenig starken Außenwänden. Drüsen wenig eingesenkt. Steinzellen und Kristalle fehlen im Grundgewebe jüngerer Achsen, bei älteren einjährigen spärlich Steinzellen. Korkzellen derbwandig, im Querschnitt verschieden weit. Einzelne Phellodermzellen sklerosieren, bisweilen Einzelkristalle führend. Perizyklischer Sklerenchymring geschlossen, von unregelmäßig begrenzten und ungleich großen, wenig breiten Faserbündeln gebildet. Markstrahlgewebe unvollständig sklerosiert. Sekundärer Hartbast schwach entwickelt.

Tamarix parviflora DC.

Epidermiszellen eben, mit schwach verdickter Außenwand. Drüsen deutlich eingesenkt. Grundgewebe bei jungen Achsen frei von Steinzellen und Kristallen, in älteren kristallfreie Steinzellen spärlich. Korkzellen klein, regelmäßig angeordnet, etwas dickwandig. Einzelne Phellodermzellen mit schwach sklerosierten Wänden Perizyklischer Sklerenchymring wenig unterbrochen. Faserbündel im Querschnitt fast gleich groß, nach außen stark konvex gewölbt. Sekundäre Hartbastgruppen regelmäßig angeordnete im Querschnitt sichelförmige nach außen konvexe Bogen bildend. Markstrahlgewebe unvollständig sklerosiert.

Tamarix florida Bge.

Epidermiszellen mit dicken Außen- und Innenwänden, subpapillös ausgebildet. Drüsen tief eingesenkt. Äußere Schicht der Grundgewebezellen palisadenartig ausgebildet, die inneren Schichten reichlich Kristalldrusen führend. In älteren Achsen einzelne Zellen sklerosiert mit Einzelkristallen. Korkzellen dünnwandig, ziemlich weitlumig und von quadratischem

Querschnitt. Perizyklischer Sklerenchymring geschlossen, Faserbündel im Querschnitt ungleich groß.

Tamarix africana Desf.

Epidermiszellen mit meist ebenen, schwach verdickten Außenwänden, zum geringeren Teil deutlich papillös ausgebildet. Papillen bis 15 μ lang. Epidermiszellen mit gelben Inhaltsmassen (Gerbstoff) erfüllt. Drüsen wenig eingesenkt. Rindengewebe nur wenige Zellen stark, schwach collenchymatisch verdickt. Äußere Zellen auf der den Blättern gegenüberliegenden Seite palisadenartig gestreckt. Bei stärkeren Achsen Palisadenschicht auch mehrreihig. Einzelne Grundgewebezellen stark vergrößert und sklerosiert, ohne Kristalle. Korkzellen klein, im Querschnitt quadratisch mit gleichmäßig starken Wänden. Phellodermzellen derbwandig, einzelne steinzellenartig verdickt. Perizyklischer Sklerenchymfaserring geschlossen, mit mächtigen, nach außen stark vorgewölbten Faserbündeln. Sekundäre Hartbastgruppen im Querschnitt unregelmäßig. Markstrahlgewebe vollständig sklerosiert. Im sekundären Weichbast sehr vereinzelt stark verdickte, eckig konturierte Parenchymzellen.

Tamarix hispida Willd.

Epidermiszellen zu verschieden großen haarartigen Papillen mit glatten kräftigen Wänden und stumpfer Spitze ausgezogen. Größte Papillen bis 300 μ lang. Drüsen deutlich eingesenkt. Im Grundgewebe der primären Rinde junger Sprosse vereinzelt Kristalldrusen. Innerste Zellschicht deutlich collenchymatisch verdickt. In älteren einjährigen Sprossen reichlich kleine, mäßig verdickte Steinzellen in langen tangential gestreckten Verbänden, selten Kristalle führend. Korkzellen ziemlich klein und derbwandig. Perizyklischer Sklerenchymfaserring ungleichmäßig breit, sehr bald unterbrochen. Sekundäre Hartbastgruppen auf dem Querschnitt schmale nach außen konvexe sichelförmige Bogen bildend. Markstrahlgewebe unvollständig sklerosiert.

Tamarix anglica Webb.

Epidermiszellen mit ebenen, wenig starken Außenwänden. Drüsen wenig eingesenkt. Steinzellen und kleine Drüsenkristalle spärlich im Grundgewebe jüngerer Achsen, bei älteren wenig zahlreicher. Korkzellen klein, etwas derbwandig, regelmäßig angeordnet. Einzelne Phellodermzellen schwach sklerosiert. Perizyklischer Sklerenchymring geschlossen, die unregelmäßig großen Faserbündel kräftig entwickelt. Sekundäre Hartbastgruppen schwächer entwickelt, auf dem Querschnitt in Form schmaler, tangential gestreckter Platten. Markstrahlgewebe unvollständig sklerosiert.

Tamarix gracilis Willd.

(Als *angustifolia* Led.)

Epidermiszellen wenig vorgewölbt mit mäßig verdickten Außenwänden. Drüsen kaum eingesenkt. Äußere Zellen der primären Rinde an der den Blättern gegenüberliegenden Seite palisadenartig gestreckt. Steinzellen und Kristalle in jüngeren Sprossen fehlend, in älteren einjährigen Achsen vereinzelt in der äußeren Rinde. Korkzellen sehr dünnwandig und ziemlich weitlumig. Im Perizykel ein schwach ausgebildeter, ungleich breiter kontinuierlicher Sklerenchymfaserring. Markstrahlgewebe vollständig sklerosiert.

Tamarix gallica L.

Epidermiszellen mit mäßig dicken Wänden, teilweise deutlich papillös ausgebildet. Drüsen kaum eingesenkt. Blätter in ihrem unteren Teil dem Sprosse eine Strecke weit anliegend. Äußere Rindenzellen an der freien Seite palisadenartig gestreckt. Steinzellen und Kristalle in jüngeren einjährigen Sprossen fehlend, in älteren vereinzelt, Steinzellen hier bisweilen zwei Kristalle führend. Korkzellen klein, derbwandig, Phelloderm spärlich. Im Perizykel geschlossener Sklerenchymfaserring, die einzelnen Fasergruppen breit und stark nach außen konvex vorspringend.

In alten Achsen (Durchmesser 18 cm) zeigt der sekundäre Weichbast im Anschluß an die im Querschnitt nahezu halbkreisförmigen Hartbastgruppen reichlich zerstreut stehende, dickwandige, kurze, stabzellenartige Fasern. Kurze stabzellenartige Fasern und zerdrücktes Weichbastgewebe sind auch im Innern der Hartbastbündel vorhanden. Markstrahlgewebe stark sklerosiert.

Tamarix Pallasii Desv.

Epidermiszellen mit kräftigen Außenwänden, meist subpapillös ausgebildet. Drüsen deutlich eingesenkt. Äußere Zellen der primären Rinde palisadenartig gestreckt. Kristalldrusen zahlreich. Steinzellen fehlen in der jungen Achse; in älteren einjährigen Sprossen spärlich schwach sklerosierte Zellen. Korkzellen sehr dünnwandig, ziemlich weitlumig. Im Perizykel ein sehr schwacher von nur wenigen weitlumigen Fasern gebildeter Sklerenchymring. Sekundärer Hartbast schwach entwickelt, auf dem Querschnitt unregelmäßig konturierte Fasergruppen bildend. Markstrahlzellen unvollständig sklerosiert.

Tamarix chinensis Lour.

Epidermiszellen kräftig nach außen vorgewölbt. Drüsen wenig eingesenkt. Subepidermale Rindenzellen deutlich palisadenartig gestreckt, mit kleinen Kristalldrusen. Steinzellen in der jungen primären Rinde

fehlend, in älteren Sprossen spärlich. Korkzellen tangential gestreckt, zartwandig. Kork schon im ersten Jahre kräftig entwickelt, Phelloderm reichlich, mit einzelnen sklerosierten Zellen. Perizyklischer Sklerenchymfaserring geschlossen, schmal, fast gleichmäßig breit. Einzelfasern dünnwandig und weitlumig.

Sekundärer Hartbast schwach entwickelt, Markstrahlgewebe kaum sklerosiert.

Tamarix odessana Stev.

Epidermiszellen teilweise schwach papillös ausgebildet, mit wenig starker Außenwand. Drüsen kaum eingesenkt. Primäre Rinde der jüngeren Sprosse frei von Steinzellen und Kristallen. Korkzellen kleinzellig, gleich groß mit derben Wänden. Phelloderm spärlich, im zweiten Jahre fast vollständig sklerosiert und auf dem Querschnitt einen 2—3 Zellen breiten, fast geschlossenen Ring bildend. Perizyklischer Sklerenchymring und sekundärer Hartbast wie bei *T. tetrandra*. Markstrahlgewebe unvollständig sklerosiert.

Tamarix smyrnensis Bge.

Epidermiszellen dünnwandig, wenig vorgewölbt. Drüsen deutlich eingesenkt. Primäre Rinde der jungen Achse ohne Steinzellen und Kristalle, in älteren einjährigen Achsen vereinzelt Steinzellen, meist ohne Kristalle. Korkzellen klein, derbwandig. Phellodermzellen teilweise sklerosiert. Perizyklischer Sklerenchymring ungleich breit, geschlossen. Markstrahlgewebe vollständig sklerosiert.

Tamarix senegalensis DC.

Epidermiszellen deutlich papillös ausgebildet, mit kräftigen Wänden. Sonst wie vorige Art.

Tamarix macrocarpa Ehrbg.

Blätter in ihrem unteren Teil breit mit dem Sproß verwachsen und diesen scheinbar scheidenartig umfassend. Stammrinde hier mit deutlicher Abgrenzung eines äußeren, besonders differenzierten Teiles, von der inneren Rinde durch eine Schicht von 1—2 weitlumigen, ringsum verkorkten Grundgewebezellen getrennt und ausgezeichnet durch Epidermiszellen mit schwach vorgewölbter Außenwand, palisadenartige Streckung der äußeren Rindenzellen, einzelne zerstreute Speichertracheiden, dickwandige, faserartige Spikularzellen und Blattspurstränge. Korkschicht die Epidermis an zwei gegenüberliegenden Stellen unmittelbar berührend, ohne besondere Durchlaßstellen.

Epidermiszellen an dem übrigen Teile der Rinde, besonders bei stärkeren Achsen, zu dickwandigen Papillen ausgezogen. Grundgewebs-

zellen derbwandig, in den tieferen Lagen deutlich collenchymatisch verdickt. Drüsen immer tief eingesenkt, einzeln am Grunde weiter Gruben.

Steinzellen und Kristalle in jüngeren einjährigen Sprossen fehlend; in älteren zerstreut auffallend große Steinzellen mit meist großen Einzelkristallen. Korkmeristem subepidermal bezw. unter der verkorkten Zelllage angelegt. Korkzellen unregelmäßig weit, meist in radiärer Richtung gestreckt, derbwandig. Perizyklischer Sklerenchymring geschlossen, die einzelnen Faserbündel mächtig entwickelt. Sekundärer Hartbast auf dem Querschnitt in Form von flachen, nach außen unregelmäßig begrenzten Bogen. Markstrahlgewebe stark sklerosiert.

Tamarix passerinoides Del.

Von voriger Art nur durch die zahlreicheren, großen, kristallführenden Steinzellen und die größere Zahl der zu Gruppen vereinigten Speichertracheiden in der jungen Sproßrinde verschieden.

Tamarix stricta Boiss.

Epidermiszellen derbwandig, mit ebenen Außenwänden, vereinzelt mit einer tangential verlaufenden Scheidewand. Drüsen am Grunde tiefer und ziemlich enger trichterartiger Gruben, die von pfropfenartigen Massen, in der Hauptsache aus kohlensaurem Kalk bestehend, ausgefüllt sind. Äußere Grundgewebezellen ein deutliches, meist zweischichtiges Palisadengewebe bildend, an dessen Grenze kurzzellige Speichertracheiden einzeln oder in kleinen Gruppen neben unregelmäßigen Spikularzellen. Blattspurstränge mit reichlich anastomosierenden Verzweigungen. Typische Steinzellen und Kristalle fehlen. Im innersten Teil der Rinde ein rings geschlossener Ring von etwas weitlumigen, dünnwandigen, allseits schwach verkorkten Zellen. Perizyklischer Sklerenchymring bald unterbrochen, aus wenigen massigen, nach außen stark vorgewölbten Faserbündeln zusammengesetzt. Korkmeristem unmittelbar unter der verkorkten Zellschicht auftretend. Korkzellen klein, derbwandig. Phelloderm reichlich entwickelt, einzelne Zellen sklerosierend. Sekundärer Hartbast in schmalen, tangential gestreckten Bündeln. Markstrahlgewebe unvollständig sklerosiert.

Tamarix ericoides Willd.

Epidermiszellen schwach papillös, mit dicker Außenwand. Drüsen am Grunde wenig tiefer Gruben. Grundgewebezellen im äußeren Teil schwach palisadenartig gestreckt, dünnwandig; in dem inneren Teil der Rinde eine 1 Zelle breite Lage von weitlumigen, dünnwandigen und verkorkten Zellen, die auf dem Querschnitt meist einen vollkommen geschlossenen Ring bilden, an der Ansatzstelle der stark reduzierten Blätter jedoch als gerade verlaufende Schicht an die Epidermis heran-

reichen. Außerhalb dieser Schicht zahlreiche Speichertracheiden in Gruppen und unregelmäßig verlaufende gewundene Spikularzellen. Gefäßspurstränge verzweigt mit reichen Anastomosen. In dem innerhalb der verkorkten Schicht gelegenen Rindengewebe einzelne typische Steinzellen ohne Kristalle. Perizyklischer Sklerenchymring geschlossen, von zahlreichen massiven, nach außen konvexen Faserbündeln gebildet. Korkmeristem subepidermal bezw. unmittelbar unter der verkorkten Schicht angelegt. Korkzellen klein, mit mäßig starken Wänden. Sekundärer Hartbast deutlich tangential geschichtet, von weitlumigen Fasern gebildet. Sekundärer Weichbast in älteren Stämmen von zahlreichen, unvollständig verholzten, kurzen stabzellenartigen Fasern durchsetzt. Markstrahlgewebe sklerosiert.

Tamarix articulata Vahl.

Epidermiszellen mit kräftigen Wänden. Außenwand wenig gewölbt. Tangentiale Scheidewände bisweilen vorhanden. Drüsen tief eingesenkt. Äußere Grundgewebezellen palisadenartig gestreckt. In stärkeren Achsen Palisadengewebe zwei- bis dreischichtig. In der äußeren Rinde Speichertracheiden und Spikularzellen in geringer Zahl. In der inneren Rinde rings geschlossene ringförmige Schicht von verkorkten und weiterlumigen Zellen. Einwärts davon spärlich typische Steinzellen. Kristalle fehlen. Korkmeristem unmittelbar unter der verkorkten Schicht, Korkzellen klein, derbwandig, regelmäßig geschichtet. Perizyklischer Sklerenchymring geschlossen. Die einzelnen Fasergruppen ungleich groß, die meisten massig entwickelt und nach außen vorgewölbt. Sekundäre Hartbastgruppen auf dem Querschnitt breite, nach außen etwas konvexe tangential laufende Platten, in älteren Stammstücken regelmäßig geschichtet. Weichbast immer frei von Einzelfasern. Markstrahlgewebe sklerosiert.

Anm.: Die von Marloth mitgeteilte merkwürdige Tatsache, daß die in Südafrika gesammelten Exemplare dieser Art abweichend von den nordafrikanischen eine zweischichtige Epidermis aufweisen, konnte insofern bestätigt gefunden werden, als an Material, gesammelt im Norden von Deutsch-Südwestafrika (Otjimbingue), auf Querschnitten mehrfach und oft gleichmäßig bei einer Reihe von benachbarten Zellen tangentiale Scheidewände beobachtet wurden.

Tamarix dioica Roxb.

Epidermiszellen mit sehr stark verdickten und meist zu kurzen knopfartigen Papillen aufgetriebener Außenwand. Drüsen wenig eingesenkt. Grundgewebezellen der primären Rinde dünnwandig, reichlich verschieden große Kristalldrusen führend, äußere Schicht palisadenartig. In der inneren Rinde geschlossener Mantel von verkorkten dünnwandigen Zellen. Typische Steinzellen fehlen. Im Perizykel geschlossener Sklerenchymring,

einzelne Faserbündel fast gleich groß, Fasern verhältnismäßig weitlumig und dünnwandig. Korkmeristem unmittelbar unter der verkorkten Schicht; Korkzellen klein, derbwandig, tangential gestreckt. Sekundäre Hartbastgruppen im Querschnitt schmale, radial gestreckte und nach außen konvexe Massen bildend. Sekundärer Weichbast in älteren Stämmen nicht scharf von den Hartbastgruppen abgesetzt, sondern stark von sklerosierten Fasern durchsetzt, die zerdrückte Weichbastelemente zwischen sich einschließen und augenscheinlich aus schon im primären Weichbast zu beobachtenden dickwandigen Bastparenchymzellen hervorgegangen sind. In älteren (2 mm starken) Rinden mehrere zur Borkenbildung führende, bogig verlaufende und tief eindringende sekundäre Phellogene.

Tamarix usneoides E. Mey.

Von *T. articulata* nur durch die reichlich in der primären Rinde auftretenden dickwandigen, Kristalle führenden Steinzellen abweichend.

Myricaria davurica Ehrb.

Epidermiszellen schwach papillös, mit wenig kräftigen Außenwänden. Drüsen nicht eingesenkt. Grundgewebe in jungen Sprossen zartwandig, frei von Steinzellen und Kristallen, in älteren einjährigen Achsen derbwandig werdend, mit ausgedehnten Interzellularräumen. Zellen rundlich und in lockerem Zusammenhang. Korkzellen klein, dünnwandig. Phelloderm spärlich. Perizyklischer Sklerenchymring fast gleich breit, von verhältnismäßig weitlumigen Fasern gebildet, sehr bald in unregelmäßige Stücke gesprengt.

Myricaria elegans Royle.

Grundgewebe der jungen Sprosse reichlich kleine Kristalldrusen führend; in älteren einjährigen Achsen durch lebhafte sekundäre Zellteilungen an Menge zunehmend. In der innersten Rinde kleine Gruppen mäßig verdickter kristallführender Steinzellen. Sonst wie *M. davurica*.

Myricaria germanica Desv.

Epidermiszellen mit kräftig verdickten Außenwänden. Drüsen kaum eingesenkt. Im äußeren Teil der primären Rinde vereinzelt Steinzellen mit nicht besonders starken Wänden, frei von Kristallen, in stärkeren Achsen Steinzellen zu kleineren, tangential gestreckten Gruppen vereinigt, Die übrigen Rindenzellen später etwas derbwandig, mit ziemlich weiten Interzellularen. Kork auch in älteren Achsen nur wenig stark, Korkzellen breiter als hoch. Phelloderm sehr gering. perizyklischer Sklerenchymring geschlossen, von eng aneinander schließenden, im Querschnitt breit dreieckigen Fasergruppen gebildet, die mit einer Spitze nach außen

gerichtet an der Innenseite häufig eine eckige Ausbuchtung zeigen. Sekundärer Hartbast in schmalen nach außen wenig gewölbten Platten. Mehrjährige Achsen zeigen keine abwechselnden Schichten von Hart- und Weichbast, sondern ansehnliche, durch sukzessiv von außen nach innen weiterschreitende Sklerose des sekundären Weichbastes entstandene, in radialer Richtung stark gestreckte Sklerenchymmassen, die dadurch zustande kommen, daß alle oder doch die meisten Parenchymzellen des Weichbastes sekundär faserartig auswachsen und sklerosieren. Zerdrückte Weichbastelemente finden sich auf dem Querschnitt nesterartig überall in den Sklerenchymmassen eingeschlossen. Infolge des Auftretens von sekundären Markstrahlen zeigen einzelne dieser Hartbaststränge an der Innenseite mehr oder minder tief einspringende Buchten, die von unverändertem kristallfreien Markstrahlgewebe ausgefüllt sind. Das Gewebe der primären Markstrahlen sklerosiert nur streckenweise und gewöhnlich nur in nächstem Anschluß an die Faserbündel und führt hier spärlich kleine Einzelkristalle.

Myricaria alopecuroides Schrenk.

Epidermiszellen dünnwandig, mit ebener Außenfläche. Drüsen kaum eingesenkt. Rindenzellen im Querschnitt auffallend rundlich, etwas derbwandig. Steinzellen in der äußeren Rinde spärlich und verhältnismäßig dünnwandig. Kristalle fehlen. Perizyklischer Sklerenchymring geschlossen, fast gleichmäßig breit. Rinde im Verhältnis zum Durchmesser der Achse sehr dünn.

Myricaria longifolia Ehrbg.

Epidermiszellen mit sehr starker Cuticula und ebener Außenwand. Rindenzellen dünnwandig. Steinzellen und Kristalle fehlen. Perizyklischer Sklerenchymring geschlossen, von einzelnen verschieden starken Faserbündeln gebildet. Rinde im allgemeinen sehr dünn.

II. Holz- und Markstruktur.

Erfahrungsgemäß ist die Struktur des Holzkörpers bei Arten derselben Gattung in den meisten Fällen eine ziemlich übereinstimmende, und es war daher im vornherein zu erwarten, daß dies auch bei den Angehörigen der einzelnen Gattungen dieser Familie, die schon äußerlich durch große habituelle Ähnlichkeit ausgezeichnet sind, der Fall sein würde.

Es liegen in der Literatur bereits einige kurz orientierende Untersuchungen vor, die sich auf einige wenige Arten aus drei Gattungen beziehen. Es seien genannt in chronologischer Reihenfolge: Möller, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes (Denkschr. Kais. Acad. Wien,

Math.-Naturw. Klasse XXXVI. 1876 p. 379) für *Tamarix africana,* Solereder, Über den systematischen Wert der Holzstruktur bei den Dikotyledonen (München 1885 p. 74) für *Tamarix gallica* und *Reaumuria hypericoides;* ferner Petersen, Diagnostik Vedanatomi (Kopenhagen 1901) für *Myricaria germanica.*

Bei Durchprüfung des sämtlichen zur Verfügung gestandenen Materials ergaben sich innerhalb der Gattungen keine besonders abweichenden Verhältnisse. Eine Reihe von Merkmalen ist der ganzen Familie gemeinsam, während einzelne wieder die Triben, bisweilen die Gattungen charakterisieren.

Gemeinsame Merkmale sind folgende: Der Holzkörper mehrjähriger Achsen zeigt immer eine deutliche Differenzierung von Frühjahrs- und Herbstholz. Die Gefäße besitzen durchweg einfache Durchbrechungen von kreisrundem bis elliptischem Umriß und sehr kleine Hoftüpfel. (Hofdurchmesser höchstens 3 μ.) Die Gefäßglieder sind immer verhältnismäßig kurz. Die ebenfalls kurzen Holzfasern tragen einfache, schrägstehende Spaltentüpfel. Holzparenchym ist, wenn auch in wechselnder Menge, in der Umgebung der Gefäße stets vorhanden. In der Markkrone bildet gestrecktes Parenchym eine mehr oder minder breite Übergangsschicht zwischen den Zellen des Markes und den prosenchymatischen Elementen. Die Zellen des Markes sind in der Sproßrichtung gestreckt und zeigen schon sehr frühe verholzte Wände mit einfachen Tüpfeln.

Im einzelnen ergab die nähere Untersuchung folgende Verhältnisse, die zum Teil für die Gattung charakteristisch sind.

Sämtliche (8) untersuchten Arten der Gattung *Reaumuria* zeigen in älteren Achsen sehr ungleichmäßige Zuwachszonen, indem der gesamte Holzzuwachs einseitig auf eine bestimmte Zone des Achsenumfangs beschränkt bleibt. Er steht in Zusammenhang mit den hauptsächlich auf eine Seite der fast kriechenden oder schräg aufsteigenden Hauptachse beschränkten Seitensprossen. Alte Achsen zeigen infolgedessen bisweilen eine deutlich bandförmige einseitige Verbreiterung. Dabei kann der primäre Holzkörper vertrocknen und teilweise auswittern.

In den einzelnen Jahresproduktionen zeigen bei *Reaumuria* alle Elemente eine deutliche radiale Anordnung. Die von innen gegen das Herbstholz hin an Weite abnehmenden Gefäße finden sich zu 4 bis 5 in radialen Reihen zahlreich meist im Frühholz, seltener auch im Herbstholz *(R. hirtella, squarrosa).* Ihr Lumen erreicht bei den meisten Arten im Frühjahrsholz ziemlich gleichmäßig einen Durchmesser von 20–24 μ, selten mehr. Die spärlichen und unregelmäßig angeordneten Gefäße von *R. fruticosa* sowie die eines sehr üppig gewachsenen Exemplars von *R. mucronata* erreichten bis 40 μ. Die im allgemeinen derbwandigen Gefäße besitzen fast immer runden, seltener elliptischen Querschnitt. *(R. mu-*

cronata). Der Tüpfelhof ist gewöhnlich kreisrund. Bei den engerlumigen tracheidenähnlichen Gefäßen, bei denen die Tüpfel sehr gedrängt stehen, zeigen die Höfe oft elliptische bis nahezu rhombische Umgrenzung *(R. hirtella.)* In ein und demselben Gefäß können horizontale Gefäßdurchbrechungen mit solchen wechseln, die mehr oder weniger von einer Radialwand des Gefäßes zur anderen geneigt sind *(R. hirtella).*

Die im Querschnitt immer eckigen Fasern werden im Herbstholz ziemlich dickwandig und hier bisweilen deutlich tangential verbreitert *(R. hypericoides).* Fächerung durch dünne Querwände ist überall selten. Die Holzfasern führen meist Luft, bisweilen ebenso wie die Gefäße des älteren Holzes und das sie umgebende Parenchym vereinzelt Gerbstoff, nie Stärke.

Holzparenchym findet sich nur in Begleitung der Gefäße und immer spärlich.

Bei sämtlichen untersuchten *Reaumuria*-Arten treten im Holzkörper an der Jahresringgrenze unregelmäßig in radialer Richtung meist gestreckte, dünnwandige parenchymatische Zellen auf, die durch vollständig verkorkte tüpfelfreie Wände und reichen Gehalt an Gerbstoff ausgezeichnet sind. Sie bilden entweder isolierte, nur an einem Teil der Jahresringgrenze verlaufende, bis 4 Zellen breite Lagen oder vollkommen geschlossene und dann meist nur 1—2 Zellen breite Ringe bezw. bei unvollständigem Holzzuwachs entsprechende Bogen. Bei einigen Arten sind sie auf dem Querschnitt schon bei der Betrachtung mit schwacher Vergrößerung als braune, mehr oder minder deutliche Streifen zu erkennen, entlang denen das Holz eine besonders leichte Ablösbarkeit zeigt. Bei einzelnen Arten sind die Korklamellen undeutlich. Doch zeigen Querschnitte nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure auch hier eine, aber nur eine Zelle breite, durch das weitere Dickenwachstum zusammengedrückte Lage solcher verkorkter englumiger Zellen.

Die Bildung dieser Schichten erfolgt immer am Ende der Vegetationsperiode, jedenfalls als besonderer Schutz des der Wasserleitung dienenden Holzkörpers.

Verkorktes Parenchym dieser Art findet sich auch immer, und zwar oft reichlich entwickelt, zu beiden Seiten der einseitig entwickelten Jahresproduktionen des Holzkörpers.

Das Auftreten von Korkschichten im Holzkörper ist bisher nicht oft beobachtet worden. Mit dem bei *Sedum populifolium* vorhandenen Korkring, der aus einem in zentrifugaler Richtung tätigen echten sekundären Korkmeristem hervorgeht, ist diese Bildung nicht zu vergleichen. Paula Brezina[1]) beschreibt dagegen für *Artemisia tridentata* Nutt., eine im

[1]) Brezina, P., Beiträge zur Anatomie des Holzes der Kompositen. Sitzungsber. Wiener Acad., I. Abt., Bd. 115 (1906), p. 374.

westlichen Nordamerika heimische Steppenpflanze, ähnliche Lagen von weitlumigen Parenchymzellen an der Jahrringgrenze, ohne aber auf die chemische Beschaffenheit der Wände dieser Zellen näher einzugehen, von denen nur gesagt wird, daß ihre Mittellamelle verholzt sei. Wie zu vermuten war, und wie ich mich an lebendem Material, das von einem älteren, im Hamburger Botanischen Garten kultivierten Exemplar (Stammdicke 3 cm) stammte, überzeugen konnte, sind die Wände dieser Parenchymzellen tatsächlich verkorkt.

Der Markkörper zeigt ungleich große, rundliche Zellen mit sehr bald verholzenden Wänden. Die Dicke der Wand ist etwas verschieden. Bei geringer Ausbildung des Marks, wie sie bei einzelnen Arten allgemein (*R. fruticosa*, *kermanensis*) oder nur an der Basis der Sprosse unmittelbar über der Insertionsstelle beobachtet wurde, zeigen die Markzellen relativ dicke Wände. Umgekehrt besitzen Arten mit besonders weitem Mark (*R. hirtella, mucronata, squarrosa*) oder üppige, unter besonders günstigen Bedingungen gewachsene Exemplare große und sehr dünnwandige Zellen. Ein großes Mark mit dickwandigen Zellen besitzt *R. oxiana*. Eine bemerkenswerte Ausbildung zeigt die Region der Markkrone, die durch reichliche Mengen weitlumiger, in der Sproßrichtung langgestreckter Parenchymzellen ausgezeichnet ist, denen die primären Gefäße eingelagert sind. Besonders stark entwickelt zeigt sich dieses Gewebe bei *R. hypericoides* und *hirtella*, wo diese Gefäße von strahlenförmig angeordnetem und in der Richtung auf sie stark gestrecktem Parenchym umgeben sind.

Als Inhaltsstoffe finden sich sphäritenähnliche Kristallkörper oder sehr kleine prismatische Einzelkristalle (*R. hirtella*). Allgemein ist das Vorkommen von gelben bis dunkelbraunen Gerbstoffmassen in einzelnen Markzellen, besonders in den peripherischen. Stärke wurde nie beobachtet.

Die Markstrahlen treten besonders im erstjährigen Holz auf dem Querschnitt kaum oder nur wenig hervor. Bei *R. hypericoides* ist Markstrahlgewebe im ersten Jahr nur auf dem Tangentialschnitt zu erkennen. Die 1—2 Zellen breiten und bis 5 Zellen hohen Markstrahlen zeigen sich hier zusammengesetzt vorwiegend aus dickwandigen, vertikal gestreckten Zellen, die auf ihrem Querschnitt ganz das Bild der typischen Holzfaser zeigen, und nur wenigen niederen, eckig konturierten und nie radial gestreckten Zellen.

Deutlich erkennbare Markstrahlen treten gewöhnlich erst im sekundären Holz auf; die einzelnen Zellen sind hier verhältnismäßig dünnwandig, bisweilen deutlich radial gestreckt (*R. hirtella*) und auf dem Tangentialschnitt von rundlichem Querschnitt. Als Inhalt führen sie kleine Einzelkristalle.

Eigentümlich ist der Verlauf der Markstrahlen bei sämtlichen untersuchten Arten der Gattung.

Eine Reihe von Strahlen geht nicht immer vom Mark aus, sondern

nimmt ihren Anfang oft mitten im Holz, bisweilen unmittelbar neben einem größeren Gefäße. Ebenso reichen nicht alle bis an die Rinde. Ein Teil verschwindet plötzlich zwischen den mechanischen Holzelementen desselben oder meist erst des nächsten Jahrringes.

Die Reaumurieen zeigen hierin wieder eine gewisse Ähnlichkeit mit der oben erwähnten *Artemisia tridentata*, die ebenfalls durch solche „aussetzende" Markstrahlen, deren Zellen übrigens nach meinen Untersuchungen schwach verkorkte Wände besitzen, ausgezeichnet ist.[1])

Die Gattung *Hololachne* schließt sich in der hauptsächlichen Struktur des Holzkörpers eng an *Reaumuria* an. Die zahlreichen, im Frühholz zusammengedrängten Gefäße sind im Querschnitt kreisrund und etwas engerlumig (—16 μ). Kleinere Gefäße sind im ganzen Holzkörper zerstreut. Holzparenchym ist spärlich vorhanden; die Fasern des Frühholzes sind sehr weitlumig und dünnwandig, im Herbstholz dicker und streng radial angeordnet.

Der Holzzuwachs bildet regelmäßige konzentrische Lagen. Verkorkte Parenchymschichten an der Jahrringgrenze fehlen. Das Mark ist sehr klein mit rundlichen, in der Längsrichtung gestreckten, leeren und etwas derbwandigen Zellen. Die Markstrahlen sind deutlich erkennbar, meist durchgehend, mit dünnwandigen, in radialer Richtung etwas gestreckten und sehr kleine Einzelkristalle führenden Zellen.

Die Gattung *Tamarix* zeigt bei den einzelnen Arten sehr übereinstimmende Verhältnisse. Der Holzzuwachs erfolgt immer in durchaus regelmäßiger Weise. Immer ist deutliche Jahrringbildung und Differenzierung von Frühjahr- und Herbstholz zu erkennen.

Der Holzkörper besitzt gewöhnlich in jungen Zweigen eine helle, schwach gelbe Färbung. Nur bei *T. gallica*, *smyrnensis*, *tetragyna* zeigt er schon in diesem Stadium eine ausgesprochen rote Farbe. An einigen älteren Stammstücken, die für die Untersuchung zur Verfügung standen, fanden sich diese Verhältnisse wieder, bei einigen Arten auch ein deutlicher Unterschied von Kern und Splint. So *T. gallica* (Durchm. 18 cm), Kern rot, Splint blaßrot. *T. dioica* (Durchm. 5,5 cm). Kern rötlich, Splint gelb; ebenso *T. ericoides* (Durchm. 3 cm). Dagegen *T. articulata* (Durchm. 15 cm) Kern und Splint gleich hell wie in jungen Sprossen.

Was die Gefäße anlangt, so sind sie im Frühholz nur wenig zahlreicher und auf dem Querschnitt rundlich oder schwach elliptisch. Bisweilen finden sie sich im Holzkörper nahezu gleichmäßig verteilt (*T. africana, senegalensis, dioica, chinensis*). In den meisten Fällen sind sie jedoch zu kleinen reihenartigen oder auch unregelmäßigen Gruppen von höchstens 3—4 an Weite nach außen langsam abnehmenden Gefäßen vereinigt, die

[1]) cfr. Brezina l. c. p. 380.

sich mit abgeplatteten Wänden berühren. Diese Reihen verlaufen mehr oder minder schief gegen die Peripherie, sehr selten ausgesprochen radial.

Die einzelnen Gefäße sind durchweg von größerer Weite als bei *Reaumuria*. Die weitesten erreichen im Mittel einen Durchmesser von 50—60 μ; relativ enge Gefäße wurden bei *T. Meyeri* beobachtet (40 μ). Die Einzelglieder sind kurz, von der Länge der Cambiumzellen. Die Durchbrechungen sind bei den weiteren Gefäßen horizontal angeordnet, bei den engeren auch leicht geneigt. Die Stärke der Wand ist bei den verschiedenen Arten ziemlich gleich und als mittlere zu bezeichnen; sie erreicht gewöhnlich 4 μ. Der Durchmesser der dicht gestellten Tüpfel schwankt zwischen 2 und 3 μ. Bisweilen ist der Hof etwas quer verbreitert.

Häufig führen die Gefäße, und zwar sowohl im primären wie im sekundären Holz, helle durchscheinende, gummöse Massen, die der Wand teils als kleine runde Körner oder ringförmig anliegen, teils die Gefäße auf kurze Strecken vollständig ausfüllen. Sie zeigen eine schwache Gerbstoffreaktion und färben sich in Schwefelsäure lebhaft braun.

In bezug auf die Reichlichkeit sind ebenfalls nur sehr geringe Unterschiede zu bemerken. Es wären höchstens *T. dioica* und *elongata* anzuführen, bei denen die Zahl der fast immer einzeln stehenden Gefäße eine spärliche ist, und *T. odessana* und *macrocarpa,* die durch eine über den Durchschnitt hinausgehende Zahl von Gefäßen ausgezeichnet sind, die in größeren Gruppen ziemlich gleichmäßig in Früh- und Herbstholz angetroffen werden. Sehr in der Weite wechseln die Gefäße bei *T. ramosissima.*

Alle diese Verhältnisse dürften jedoch mehr oder minder von dem jeweiligen Standort und den sonstigen Lebensbedingungen der Pflanze abhängig und für die Art wenig konstant sein.

Die Holzfasern zeigen unregelmäßig eckigen Querschnitt, mäßig dicke, auch im Herbstholz kaum stärkere Wände mit sehr feinen und wenig zahlreichen schräggestellten Tüpfeln. In der Form sind sie etwas verschieden. Es treten nebeneinander einfach spindelförmige, lang zugespitzte Fasern auf neben solchen mit unregelmäßig gewellter Wand von wechselnder Breite, die oft eine deutlich abgesetzte bajonettförmige Spitze tragen. Einzelne Fasern führen zahlreiche kleine runde oder durch gegenseitigen Druck polygonal gewordene Stärkekörner mit deutlicher Kernhöhle und einem Durchmesser von 6—10 μ. Häufig sind zusammengesetzte Körner.

Die stärkeführenden Fasern finden sich entweder nur in der Nähe der Gefäße und der nachstehend näher beschriebenen Parenchymzellgruppen und fehlen im Innern größerer Faserkomplexe, wie z. B. bei *T. articulata*, oder sie sind im ganzen Jahrring gleichmäßig verteilt (z. B. *T. gallica*). Gewöhnlich fallen sie durch etwas größeres Lumen, nicht aber durch

größere Länge unter den rein mechanischen Fasern auf. Das unregelmäßige Auftreten von Stärke im Holz dürfte übrigens durch den verschiedenen Entwicklungszustand des zur Untersuchung gelangten Materials zu erklären sein. Gerbstoff in Form von gelb bis braun gefärbten Massen von fettartigem Glanz, findet sich ebenfalls zerstreut in einzelnen Fasern.

Holzparenchym ist in Begleitung der Gefäße immer vorhanden, tritt jedoch bisweilen sehr zurück (*T. africana, gallica, dioica*). Gewöhnlich sind es jedoch größere Komplexe, die, zwischen den Gefäßgruppen und den ihnen zunächst liegenden Markstrahlen eingeschaltet, beide verbinden. Bei einigen Arten treten im sekundären Herbstholz vollständige Parenchymbrücken zwischen den Markstrahlen auf (*T. articulata, macrocarpa, mannifera*).

Als Inhalt des Holzparenchyms findet sich jederzeit Stärke von derselben Art wie in den Fasern und reichlich Gerbstoff.

Das Mark ist immer verhältnismäßig eng und kleinzellig und die ungleich großen, auf dem Querschnitt runden Zellen immer etwas in axialer Richtung gestreckt. Die Wände sind dickwandig, früh verholzt und reichlich einfach getüpfelt. Auf dem Radialschnitt erscheinen die durch den Schnitt getroffenen Längswände im einzelnen bogenförmig und ebenso zeigen sie in ihrer Gesamtheit einen welligen Verlauf.

Als Inhalt findet sich Stärke, nicht besonders reichlich große Einzelkristalle und an der Peripherie des Markes Gerbstoff. An der Markkrone sind nur wenige gestreckte Parenchymzellen vorhanden, die ebenfalls Stärke und Gerbstoff führen.

Die Marktstrahlen sind verschieden breit (1—6 Zellen). Doch gilt dies nur für jüngere, höchstens dreijährige Achsen. In älteren erreichen sie eine bedeutend größere Breite. In dem leichten und wenig festen Holz von *T. articulata* bilden die Markstrahlen auf dem Tangentialschnitt die Hauptmasse des Holzes. Sie zeigen hier eine Breite bis zu 30 Zellen und in einem nahezu ebenso alten Stamm von *T. gallica* mit wesentlich festerem Holz eine solche von 12—15 Zellen.

Bemerkenswert ist die oft außerordentliche Höhe des ganzen Markstrahlkomplexes, die bei den breiteren Strahlen im sekundären Holz bis 100 Zellen betragen kann. Solche Markstrahlen zeigen auf dem Tangentialschnitt gewöhnlich eine wechselnde Breite. Sie sind ebenfalls häufig von kleinen Zügen einzelner abirrender Holzfasern (*T. articulata*), von einzelnen Gefäßen (*T. mannifera*) und Zügen von quer verlaufenden Parenchymzellen durchzogen (*T. articulata*). Dabei ist besonders bei diesen breiteren Markstrahlen eine deutliche Differenzierung in den Zellen zu erkennen.

Sämtliche Zellen erscheinen auf dem Tangentialschnitt rundlich begrenzt mit kleinen Interzellularen. Die inneren Zellen sind dabei in radialer Richtung stark gestreckt und weisen auf dem Längsschnitt in

derselben Richtung schief abgestutzte Berührungswände, also eine rhombische Begrenzung, auf. Die peripherischen Zellen sind weniger gestreckt und rechteckig vierseitig.

An der Peripherie finden sich vereinzelte, „stehende" Zellen. Ihre Höhe entspricht genau der zweier benachbarter Markstrahlzellen.

Als Inhalt kommt in erster Linie Stärke in Betracht, die alle Zellen mehr oder minder erfüllt. Außerdem große rhomboedrische Einzelkristalle, die bei den breiteren Markstrahlen hauptsächlich auf die peripherischen Zellen beschränkt bleiben, und lichtgelbe fettige gerbstoffartige Massen, die in einzelnen Zellen neben dem übrigen Inhalt auftreten.

Die Gattung *Myricaria* zeigt im Bau des Holzes im allgemeinen große Ähnlichkeit mit *Tamarix*. An älteren Achsen von *M. germanica* ist eine Differenzierung von Kern- und Splintholz wahrzunehmen, indem sich die jüngsten 3—4 Jahresringe durch ihre gelbliche Farbe von dem blaßroten Kernholz abheben. Die im Frühholz ziemlich weitlumigen Gefäße erreichen bei *M. germanica* einen Durchmesser von 70 μ, bei *M. elegans*, die im allgemeinen einen etwas dichteren Bau zeigt, nur von höchstens 50 μ. Sie sind im Frühholz zu unregelmäßigen Gruppen ohne besondere Ordnung vereinigt, im Spätholz dagegen mehr einzeln und engerlumig, an Weite oft kaum die Holzfasern übertreffend und ganz tracheidenähnlich.

Im Bau der Wand und in der Lage der Gefäßdurchbrechungen bestehen keine Unterschiede von voriger Gattung, ebenso in der Beschaffenheit der Holzfasern. Holzparenchym ist nur spärlich in Begleitung der Gefäße vorhanden, außer bei *M. davurica*, wo es im Spätholz deutliche Brücken zwischen den Markstrahlen bildet. Als Inhalt finden sich einzelne Stärkekörner von geringerer Größe (Durchmesser bis 4 μ).

Das Mark ist im Verhältnis zu *Tamarix* stark entwickelt. Die Zellen sind ziemlich groß, dünnwandig, wenig gestreckt und tragen ungleich große und unregelmäßig verteilte, oft quer gestreckte Tüpfel. Stärke und Gerbstoff findet sich besonders in den peripherischen Zellen. Kristalle fehlen.

Die Markstrahlen sind im allgemeinen schmäler als bei *Tamarix*, 1—4 Zellen breit und ebenfalls sehr hoch, die Zellen engerlumig. Als Inhalt finden sich lediglich dicht gedrängte kleine einzelne und zusammengesetzte Stärkekörner. Durchmesser der Einzelkörner bis 5 μ.

Übersicht über die hauptsächlichsten anatomischen Merkmale des Holzkörpers in den einzelnen Gattungen.

Prosenchymatische Holzelemente deutlich radial angeordnet: *Reaumuria*, *Hololachne*.

Besondere regelmäßige Anordnung nicht zu erkennen: *Tamarix*, *Myricaria*.

Holzkörper mit unregelmäßigen einseitigen Zuwachszonen; an der Jahrringgrenze mehr oder minder deutliche und umfangreiche Korklamellen: *Reaumuria.*

Holzkörper mit konzentrischen Jahresringen: *Hololachne, Tamarix, Myricaria.*

Gefäße klein, bis 24 μ (sehr selten bis 40 μ), in der Hauptsache auf das Frühjahrsholz beschränkt: *Reaumuria, Hololachne.*

Gefäße groß, 50—70 μ, im Jahresring ziemlich verteilt: *Tamarix, Myricaria.*

Holzfasern deutlich radial gereiht, inhaltslos: *Reaumuria, Hololachne.*

Holzfasern unregelmäßig angeordnet, zum Teil Stärke führend: *Tamarix, Myricaria.*

Holzparenchym in Begleitung der Gefäße spärlich: *Reaumuria, Hololachne, Myricaria germanica, elegans.*

Holzparenchym reichlich, häufig tangentiale Binden bildend: *Tamarix, Myricaria davurica.*

Mark in der Peripherie von breiten Parenchymgruppen umgeben. Zellen leer oder vereinzelt mit großen sphäritenartigen Kristallkörpern: *Reaumuria, Hololachne.*

Parenchym in der Markkrone spärlich. Zellen mit Inhalt: *Tamarix, Myricaria.*

Markzellen dickwandig, mit Stärke und rhomboedrischen Kristallen: *Tamarix.*

Markzellen dünnwandig, nur Stärke führend: *Myricaria.*

Markstrahlen auf dem Querschnitt undeutlich oder nur bis 3 Zellen breit. Zellen mit sehr kleinen Kristallen: *Reaumuria, Hololachne.*

Markstrahlen bis 6 (30) Zellen breit, meist sehr hoch, mit Stärke und Kristallen: *Tamarix;* ohne Kristalle: *Myricaria.*

III. Samenanlagen und Samen.

Über die Anordnung der durchweg anatropen Samenanlagen sei in Kürze folgendes bemerkt. Sie entspringen in verschiedener Zahl am Grunde der in den beiden Triben etwas verschieden gestalteten, aber immer deutlich parietalen Plazenten und stellen ein mehr oder minder in die Länge gezogenes oder kurz eiförmiges Gebilde dar, das von einem kurzen Funikulus getragen wird.

Bei den Reaumurieen, deren Plazenten sich an der Wand des Fruchtknotens leistenförmig in die Höhe ziehen, sind die fast aufgerichteten Samenanlagen diesen mit der Raphe zugekehrt, wobei die Mikropyle, schräg nach unten und innen gerichtet, der Plazenta abgekehrt ist, also apotrop.

Bei den Tamariceen stehen sie gedrängt aufrecht auf den schuppenförmig am Grund des Fruchtknotens den Wänden vorgelagerten Plazenten.

Integumente sind immer in der Zweizahl vorhanden, und zwar wird das innere gewöhnlich von dem äußeren etwas überragt.

In jüngeren Entwicklungszuständen findet jedoch, wie bei den lebend untersuchten *Tamarix*- und *Myricaria*-Arten beobachtet wurde, wegen des ungleichen Wachstums längere Zeit das umgekehrte Verhältnis statt.

Was die Form der vollentwickelten Samenanlagen anlangt, so bestehen, wie schon oben angedeutet, insofern Unterschiede, als für die Reaumurieen eine langgestreckte, etwa viermal länger als breite, fast zylindrische Form charakteristisch ist, für die Tamariceen eine mehr kurze, gedrängte, umgekehrt-eiförmige.

Bei der Gattung *Reaumuria* zeigt sich die Chalazagegend mächtig entwickelt in Form eines Höckers, der gewöhnlich schief nach der rückwärtigen, der Plazenta zugekehrten Seite vorspringt (*R. hypericoides*, *hirtella*, *squarrosa*, *desertorum*), bisweilen aber auch einen hohen, in der Längsrichtung des ganzen Körpers liegenden Kegel darstellt (*R. mucronata*). Bei einer Art zeigt er eine durch eine querverlaufende Rinne hervorgerufene unsymmetrische Zweiteilung (*R. hypericoides* var. *latifolia* M. B.). Breit abgestumpft und kurz ist der Chalazahöcker bei *R. kermanensis*. Bei *R. hirtella* zeigen seine Epidermiszellen Neigung zur Papillenbildung.

Das die Raphe durchziehende Gefäßbündel dringt gewöhnlich tief in den Höcker ein, um von dort in scharfer Rückwärtskehrung zum Grunde des Nuzellus hinzuführen. In Begleitung des Gefäßbündels finden sich meist sehr kleine rhomboedrische und prismatische Kristalle, ebenso zerstreut im Chalazahöcker. Doch sind statt ihrer hier und in den oberen Teilen der Integumente große sphäriteartige Kristallkörper nicht selten (*R. hirtella*, *mucronata*, *kermanensis*).

Der Nuzellarraum ist ebenfalls stark in die Länge gezogen und in seinem hinteren, oberen Teil kugelförmig aufgetrieben; nach vorn geht er in einen langen Mikropylenkanal über, der durch die stark verlängerten Integumente gebildet wird.

Die Samenanlagen der einzigen untersuchten Art von *Hololachne* (*H. soongarica* Ehrenb.) unterscheiden sich von den eben beschriebenen nur durch etwas geringere Größe, weniger extreme Ausbildung des ebenfalls zweigeteilten Chalazahöckers und die fehlende blasenförmige Auftreibung des Nuzellus.

Die Samenanlagen der Gattung *Tamarix* zeigen bei allen untersuchten Arten sowohl in Form wie in Größe nur geringe Abweichungen. Die Chalazaregion ist in eine genau in der Längsachse orientierte kegelförmige Spitze ausgezogen, deren Epidermiszellen durch ihre stark vorgewölbten Außenwände auffallen. Das Gefäßbündel dringt nicht in diesen Fortsatz ein.

Die Integumente sind nur 3 Zellen dick, ihre Epidermiszellen in Längsreihen orientiert und fast eben. Der Nuzellus ist im Längsschnitt elliptisch, der Mikropylenkanal kurz, außen meist trichterförmig erweitert.

indem das äußere Integument eine kurze kranzartige Vorstülpung zeigt. Kleine Kristalle finden sich bisweilen in der Umgebung des Gefäßbündels.

Die Samenanlagen von *Myricaria* unterscheiden sich von denen der vorigen Gattung nur dadurch, daß der Chalazahöcker noch weiter entwickelt ist zu einer stielartigen Verlängerung von ungefähr der halben Länge der eigentlichen Samenanlage und am Ende mit einem kurzen Schopf von dicht zusammenliegenden Haaren, den stark papillös ausgebildeten Epidermiszellen, versehen ist.

Das zur Untersuchung gelangte Material stammte aus eben geöffneten Blüten und war einfach in Wasser geweicht. Die Maße in Mikromillimetern beziehen sich auf den eigentlichen Körper der Samenanlagen, von der Spitze des Chalazahöckers bis zur Mikropyle gemessen, ohne Berücksichtigung des Funikulus und des Haarschopfes.

Was die anatomischen Verhältnisse der Tamaricaceensamen anlangt, so finden sich in der Literatur einige Angaben bei Hildebrand[1]) und Pritzel[2]). In folgendem sollen die Ergebnisse der auf eine größere Reihe von Arten ausgedehnten Untersuchungen besprochen werden.

Zuerst seien einige Bemerkungen über die morphologische Beschaffenheit der Samen vorausgeschickt. Die in der Größe sehr verschiedenen Samen zeigen im allgemeinen eine gestreckte, gewöhnlich etwas breitgedrückte, sehr selten im Querschnitt beinahe runde Form (*R. mucronata*). Charakteristisch für alle Gattungen ist der Besitz von einzelligen, aus Epidermiszellen der Samenschale hervorgegangenen Haaren, die jedoch in den beiden Triben eine verschiedene Verteilung am Körper des Samens zeigen.

Bei den Reaumurieen, bei denen der Same in der Chalazagegend in einen scharf abgesetzten, kurzen Fortsatz ausläuft, entspringen sie ziemlich dicht auf der gesamten Oberfläche des Samens, mit Ausnahme dieses kahl bleibenden Fortsatzes, und liegen dem Samen in der Richtung der Chalazagegend an, ihn nur wenig überragend.

Bei den Tamariceen sind sie dagegen nur auf die Chalazagegend des Samens beschränkt, wo sie einen sehr langen Haarschopf bilden, welcher entweder direkt dem Samen (*Tamarix*, nach Bentham-Hooker[3]) auch *Myricaria*-Arten) oder einem kürzeren oder bei den von mir untersuchten *Myricaria*-Arten längeren, grannenartigen, von einem Leitbündel durchzogenen Fortsatz des Samens aufsitzt.

Der Samenschopf besteht bei *Tamarix* lediglich aus freien, von-

[1]) F. Hildebrand, Über die Entwicklung der haarigen Anhänge an Pflanzensamen. Bot. Ztg. XXX, 1872, p. 237.

[2]) E. Pritzel, Der systematische Wert der Samenanatomie, insbesondere des Endosperms bei den Parietales. Engler, Bot. Jahrb. XXIV, 1898, p. 389.

[3]) Bentham-Hooker, Gen. plant. I, p. 161.

einander völlig getrennten einzelligen Haaren, während bei *Myricaria* die unteren Teile der einzelligen Haare eine Strecke weit miteinander verwachsen sind und so die von den Systematikern (Bentham-Hooker) erwähnte *axis comae setiformis* bilden.

Die Samenschale, deren Struktur zuerst besprochen werden soll, besteht nur aus wenigen Zellagen und ist bei den einzelnen Angehörigen der beiden Triben jedesmal fast gleich gebaut.

Eine besonders differenzierte Epidermis ist nicht vorhanden, doch zeigt die äußerste Zellreihe immer deutlich eine sehr feine Cuticula.

Bei der Gattung *Reaumuria* wird die Testa in der Hauptsache von 3—4 Lagen dünnwandiger, weitlumiger, aber mehr oder weniger kollabierter und im reifen Zustand Luft führender Zellen gebildet. Diese meist ungleich großen, in geringem Maße quer zur Längsachse des Samens gestreckten Zellen lassen manchmal noch Plasmareste erkennen und sind außerdem durch einen mehr oder minder großen Gehalt an Gerbstoff ausgezeichnet, der ihnen für das freie Auge eine hell- bis dunkelbraune Farbe verleiht. Ihre ebenfalls mit Gerbstoff imprägnierten, nur sehr kleine Interzellularräume einschließenden Wände sind teilweise verkorkt. Auf diese immerhin lockeren Zellagen folgt nach innen eine Lage bedeutend niedriger, nur wenig quer gestreckter und in deutlichen Längsreihen orientierter, etwas derbwandiger Zellen, die durch ihren reichen dunkelbraunen Inhalt auffallen, der Aufhellungsversuchen im Gegensatz zu den äußeren Schichten großen Widerstand entgegensetzt; er erweist sich ebenfalls als gerbstoffartiger Körper. Nach innen ist diese Zellschicht durch eine mächtig entwickelte Cuticula abgegrenzt, die leistenartig zwischen ihre Zellen einspringt und auf Querschnitten sofort als hellglänzende bis 6 μ breite homogene Schicht auffällt.

Die Außenwand der meisten Epidermiszellen ist zu sehr langen haarartigen Papillen ausgewachsen, die jedoch nicht senkrecht von der Samenschale abstehen, sondern sich den Samen in der Richtung nach der Chalazagegend mehr oder minder glatt ablegen. Das einzelne Haar zeigt einen verhältnismäßig sehr langen weitlumigen Teil (bei den größeren Formen bis 5 mm) mit schief abgesetzter, breiter, fußartiger Basis; die Wände der im Querschnitt drehrunden Haare bestehen aus Zellulose und sind an der Basis bisweilen eine Strecke weit mit Gerbstoff imprägniert. Die Cuticula ist immer sehr dünn. Die stark verdickten Haarformen sind gewöhnlich noch im Innern von einer sehr dünnen, verkorkten Membran ausgekleidet, die nach der Mazeration als feiner Schlauch mit regelmäßigen einseitigen Auftreibungen zurückbleibt. Diese entsprechen den Buchten der unten näher beschriebenen wellig verlaufenden einseitigen Verdickungsleiste und führen bisweilen noch Plasmareste sowie Gerbstoff.

Nach oben nimmt das Haar gewöhnlich langsam an Dicke ab oder

geht unmittelbar in eine stumpfe Spitze über. Der Durchmesser schwankt bei den einzelnen Arten von 12—50 μ.

Bemerkenswert ist die ungleichmäßige Verdickung der Wände, die sich in verschieden starker Ausbildung bei allen untersuchten Arten im unteren Viertel des Haares fand und einen auf den wechselnden Feuchtigkeitsgehalt der Luft reagierenden Mechanismus darstellt.

Die Haare erscheinen dabei regelmäßig auf der der Samenoberfläche zugekehrten Seite dickerwandig als auf den übrigen. Den ersten, am wenigsten entwickelten Typ repräsentieren dabei die Arten, die an diesem Teil des Haares nur eine gleichmäßig verlaufende und gegen die Spitze allmählich schwächer werdende, nicht weiter differenzierte Verdickungsleiste zeigen (*R. oxiana*). Einen Übergang zu den weiter entwickelten Formen bilden die Arten, bei denen die stärker verdickte Wand in annähernd gleichen Abständen und in der Querrichtung Eindellungen zeigt, welchen etwas stärker als sonst verdickte, in das Haarlumen einspringende bogenförmige Verdickungsleistungen entsprechen (*R. kermanensis*) oder bei denen diese Wand durch ebenfalls quer gestellte, tüpfelartige dünn gebliebene Wandpartien ausgezeichnet ist (*R. fruticosa*). Gewöhnlich kommt es dabei schon zu einer schwach welligen Biegung der dickwandigen Seite des Haares.

Fig. 10.
Haartypen von *Reaumuria*.
1. *R. oxiana*.
2. *R. fruticosa*.
3. *R. kermanensis*.
4. *R. mucronata*.

Diese Art der Verdickung ist an den relativ dünnwandigsten und weitesten der beobachteten Haarformen vertreten.

Seine vollständige Ausbildung erreicht der Mechanismus bei den Formen, welche eine noch weitergehende Verdickung dieser Wandpartien aufweisen. Dies war bei der Mehrzahl der untersuchten Arten der Fall. Die Verdickungsleiste nimmt hier bis zu $^3/_4$ des Haardurchmessers ein und zeigt auf dem optischen Längsschnitt des Haares einen deutlich undulierten Verlauf, während die gegenüberliegende Seite, die ebenfalls eine geringe Verdickung erfahren hat, vollkommen gerade ist. Die radiären Wände sind ungleich dünner.

Dieser Mechanismus funktioniert nun in folgender Weise. Beim Austrocknen verliert die dünnere äußere Lamelle schneller Wasser als die innere, verkürzt sich also in der Längsrichtung mehr als die Innenlamelle; infolge davon wird der Haarkörper mit seinem oberen Teil von der Samenoberfläche entfernt. Bei Wasseraufnahme tritt selbstverständlich der umgekehrte Prozeß ein und das Haar wird an die Samenoberfläche fest angedrückt.

Die Samenschale von *Hololachne soongarica*, deren Samen an Größe hinter den kleinsten der untersuchten *Reaumuria*-Arten zurückstehen, zeigt in ihrem Bau keine Unterschiede von diesen. Die Haare gehören mit ihren einfachen, höchstens wenig gewellten Innenleisten dem ersten Typ an.

Die Gattung *Tamarix*, von der eine größere Zahl von Arten untersucht wurde, besitzt regelmäßig sehr kleine Samen, die höchstens in bezug auf die Größenverhältnisse etwas differieren. Als kleinste Form möge angeführt sein der Same von *T. mannifera* — ohne Haarschopf 0,3 mm lang und 0,15 mm breit —, als der größte der von *T. macrocarpa* mit 1 bezw. 0,3 mm.

Die Testa des flachen, nach beiden Enden etwas verjüngten Samens besitzt eine feine äußere und innere Cuticula und besteht nur aus 2 Lagen luftführenden, dünnwandigen Zellen. Die äußere Schicht zeigt in der Längsrichtung des Samens gestreckte Zellen, deren unregelmäßig gebogene Seitenwände deutliche Tüpfel tragen. Die inneren Zellen sind kleiner und bisweilen etwas in der Querrichtung verlängert. Häufig sind hier kleine Kristalldrusen. Am Hilus findet sich eine dünne Lage rundlicher Abschlußzellen mit verkorkten Wänden. An der Chalazagegend trägt der Samen einen Schopf von 4—5mal längeren Haaren, die aus den Epidermiszellen des schon an der Samenanlage kegelförmig verlängerten Chalazahöckers hervorgegangen sind. Sie reichen meist etwas auf den Körper des Samens herab; seltener findet sich die Andeutung eines kurzen eingeschnürten Halses an der Basis des Schopfes.

Der Durchmesser der drehrunden Haare verjüngt sich sehr allmählich gegen die Spitze zu. An ihrer ventralen, der Haarschopfachse zugekehrten Seite ist die Wand der Haare ähnlich wie bei gewissen Arten von *Reaumuria* beträchtlich verdickt. Diese Verdickung nimmt gegen die Spitze des Haares hin langsam ab. Von ihr verlaufen im unteren, etwa $^1/_5$—$^1/_8$ der ganzen Haarlänge einnehmenden Teil gegen die dorsale Seite des Haares hin breite, klammerartige Verdickungsleisten, die im unteren Teil des Haares sich auf der Rückenlinie des Haares mit ihren abgerundeten Endigungen berühren, während weiter oben die Klammern sukzessive kürzer werden und sohin die Endigungen derselben weiter voneinander entfernt sind, bis sie schließlich nur auf kleine Höcker am Rande der ventralen Verdickungsleiste reduziert sind.

Die Samenschale der Gattung *Myricaria* entspricht in ihrem Bau ganz den bei *Tamarix* geschilderten Verhältnissen. Die Samen selbst sind nur wenig größer und etwas schlanker. Von dem mit einem Leitbündel versehenen, bei bestimmten Arten sehr langen Fortsatz am Chalazaende und der Beschaffenheit des Haarschopfes war schon oben (p. 65) die Rede. Die im allgemeinen etwas weiteren Haare zeigen rücksichtlich der Wandstruktur ähnliche Verhältnisse wie bei *Tamarix*. Nur befinden sich die durch die

besonderen Verdickungen ausgezeichneten Wandpartien lediglich bei den untersten Haaren an deren basalem Teil, während sie an den höheren an den Stellen zu finden sind, wo die Haare von der Haarschopfachse frei werden. Bezüglich der klammerartigen Verdickungen mag erwähnt sein, daß ihre Endigungen oft etwas weiter voneinander entfernt sind wie bei den *Tamarix*-Haaren; außerdem beobachtete ich mitunter auf der Dorsalseite des Trichoms, und zwar in der Mitte der verdünnten Wandstellen, welche sich zwischen zwei in der Längsrichtung des Haares aufeinander folgenden Klammern befinden, kurze, in das Haarlumen vorspringende Protuberanzen von rundlichem Umriß.

Ein Nährgewebe ist nur bei den Reaumurieen vorhanden und im allgemeinen nur wenige Zellen stark. Es besteht in seiner äußeren Lage aus sehr niederen, manchmal fast kubischen Zellen, die neben wenig Stärke einen plasmatischen Inhalt führen. Die inneren Zellen sind größer, palisadenartig, sehr dünnwandig und bisweilen *(R. hypericoides)* mit feinen netzartigen Verdickungen versehen, die besonders bei der Behandlung mit Jod und Schwefelsäure hervortreten.

Als Inhalt führen sie in der Hauptsache zusammengesetzte Stärkekörner von elliptischer oder unregelmäßiger Form; diese erreichen einen größten Durchmesser bis zu 30 μ und bestehen aus sehr zahlreichen Teilkörnern. Die Teilkörner sind meist polygonal, sehr klein, bis zu 3 μ breit. Vereinzelt kommen runde Einzelkörner von derselben Größe vor. Die Teilkörner zeigen bei *R. oxiana* eine deutliche Kernhöhle und schwache konzentrische Schichtung und, wie bei mehreren Arten noch beobachtet werden konnte, bei der Behandlung mit quellenden Mitteln im ersten Stadium der Quellung eine körnig punktierte Oberfläche.

Das Nährgewebe von *Hololachne* unterscheidet sich in nichts von dem der *Reaumuria*-Arten.

Die Stärke der Nährgewebeschicht ist an verschiedenen Stellen des Samens auf dem Querschnitt verschieden und abhängig von den Größenverhältnissen des umschlossenen Embryos. Dieser berührt mit den Rändern seiner Keimblätter scheinbar die Samenschale, doch ist auf Querschnitten zwischen beiden immer noch eine dünne Lage inhaltsleerer, zusammengedrückter, farbloser Zellen zu erkennen. Solche inhaltslose Zellen umgeben den Embryo bisweilen auf der ganzen Fläche seiner Keimblätter oder auf eine größere Strecke hin wie bei *R. kermanensis,* wo die gebogenen Kotyledonen mit einem Teil ihrer Außenseite der Samenschale anliegen. Bei *R. desertorum* wurde überhaupt nur eine geringe Menge eines einseitig anliegenden Endosperms gefunden.

Der Embryo ist immer in der Längsrichtung des Samens gestreckt. Seine Größenverhältnisse sind denen der Samen entsprechend schwankend. Mittelgroßen Formen bei *Reaumuria* (3—6 mm Länge) stehen die über-

aus kleinen Embryonen der Gattung *Tamarix* gegenüber (0,3—0,6 mm). Die Embryonen der beiden übrigen Gattungen stehen in der Mitte.

Was die Lage des Embryos zur Symmetrieebene des Samens betrifft, so ist diese bei den Reaumurieen verschieden. Häufig ist er mit seinen Kotyledonarflächen schräg zu dieser orientiert, seltener parallel (*R. hirtella*, *H. soongarica*). Bei *R. mucronata* steht er senkrecht zu ihr.

Diese Verhältnisse scheinen jedoch keinen systematischen Wert zu besitzen, wenn sie auch bei mehreren Samen einer Art als konstant beobachtet wurden. Sie dürften wohl eher durch den gegenseitigen Druck bedingt werden, denen die heranwachsenden Samen in der Fruchtkapsel ausgesetzt sind. Bei *Tamarix* und *Myricaria* füllt der Embryo die ganze Samenschale aus und bedingt die etwas breitgedrückte Form des Samens.

Was die morphologischen Verhältnisse des Embryos anlangt, so lassen sich zwei den beiden Triben entsprechende Haupttypen unterscheiden, neben denen noch eine dritte etwas abweichende Form auftritt.

Die *Reaumuria*-Arten sind ausgezeichnet durch Embryonen, die ein deutlich ausgebildetes Hypokotyl und ein etwa ebenso langes Würzelchen besitzen. Im allgemeinen zeigen sie keilförmig nach unten sich verjüngende Formen mit mehr oder minder breiten Kotyledonen, die von der Fläche aus betrachtet einen spatelförmigen oder umgekehrt eiförmigen Umriß besitzen. Ersteren haben *R. hypericoides*, *squarrosa*, *desertorum;* letzteren *R. fruticosa*, *mucronata*, *hirtella*, *kermanensis.*

Bei den wesentlich kleineren Formen der Tamariceen besitzen die wesentlich kleineren Embryonen weniger keilförmige, mehr elliptische Formen, ein deutlich ausgebildetes Hypokotyl und ein sehr kurzes Würzelchen. Im einzelnen zeigen die Embryonen der *Myricaria*-Arten eine langgestreckte, schlanke, die der Gattung *Tamarix* dagegen wesentlich kürzere und breite Formen.

Den Übergang zwischen diesen beiden Haupttypen bildet die Gattung *Hololachne*, die den Größenverhältnissen des Embryos nach zu der zweiten Gruppe neigend schon durch die sehr geringe Ausbildung des Würzelchens charakterisiert ist.

Eine von den meisten *Reaumuria*-Arten wesentlich abweichende Form zeigt der Embryo von *R. oxiana*, der ein schmales, scharf von den fast herzförmig gerundeten Kotyledonen abgesetztes Würzelchen besitzt. Es ist dies deswegen interessant, weil diese Art schon durch die großen Maße des Embryos und des Samens sowie durch die fehlenden Verdickungsschichten an den Haaren der Samenschale eine besondere Stellung einnimmt. Ob dieser Art nicht vielleicht ein Platz in einer besonderen Gattung gebührt, wie sie ihn früher als *Eichwaldia oxiana* Led. besaß, dürfte zu erwägen sein. (Nach Jaub. et Spach. Ill. plaut. or. III. t. 246 würde hierher auch *R. persica* Boiss. gehören, die zu untersuchen nicht möglich war.)

Hinsichtlich des anatomischen Baues finden sich nur wenig Unterschiede. Die Epidermis der dicken, fleischigen, flach aufeinander liegenden Kotyledonen zeigt bei den Tamariceen zahlreiche, bereits fertig gebildete Drüsen, wie sie für die Blatt- und Rindenepidermis in der ganzen Familie charakteristisch sind. Gepaarte Drüsen sind dabei sehr häufig. Bei den Reaumurieen fehlen die Drüsen vollkommen. Die Epidermiszellen selbst besitzen relativ kleine und in der Flächenansicht polygonal gestaltete Zellen. Das Mesophyll zeigt in den meisten Fällen homogenen Bau. Auf den einander zugekehrten Seiten der Keimblätter sind bei einzelnen Arten (*R. mucronata, hirtella, squarrosa*) zwei bis drei Schichten dieser Zellen als deutliches Palisadengewebe ausgebildet. Als Inhaltsstoffe führen Epidermis- und Mesophyllzellen Proteinkörner und fettes Öl. Stärke fehlt vollkommen.

Am Schlusse dieses Abschnittes über die Struktur der Samen dürfte es nicht unangebracht sein, auf die Rolle einzugehen, welche die eigentümlich gebauten, auf Unterschiede in dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft reagierenden Haare in biologischer Beziehung spielen. Samen mit den größten Maßen und dem entsprechenden Gewicht besitzen diese Einrichtungen in geringstem Grade (*R. oxiana, kermanensis*). In vollendetster Weise sind dagegen die sehr kleinen und leichten Samen von *Tamarix* und *Myricaria* damit ausgerüstet. (Das Durchschnittsgewicht eines frischen Samens von *Myricaria germanica* wurde zu 0,065 mg gefunden.) Die durch die reichliche Haarbildung geschaffene Oberflächenvergrößerung, die sich bei trockener Luft vermöge der besonderen Einrichtungen noch steigert, lassen diese Samen also sehr gut auf die Verbreitung durch den Wind eingerichtet erscheinen. Das Herausdrängen der reifen Samen aus der aufgesprungenen Kapsel wird ebenfalls durch die Tätigkeit der Haare erreicht und unterbleibt daher bei Witterungsverhältnissen, die der Verbreitung ungünstig sind.

Bei den größeren Arten der Reaumurieen dürfte diese Funktion weniger von Bedeutung sein; eher käme in Betracht das dadurch ermöglichte dichte Andrücken des Samens an den Erdboden bei günstigen Keimungsbedingungen.

IV. Pollenstruktur.

Über die Pollenkörner der Tamaricaceen finden sich in der Literatur verhältnismäßig wenig Angaben. Abgesehen von denen Mohls[1]), die sich nur auf Arten beziehen, die jetzt zu anderen Familien gezogen werden,

[1]) H. Mohl, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Gewächse I. Über den Bau und die Formen der Pollenkörner. Bern 1834, p. 92.

Derselbe, Sur le Pollen. Ann. des sciences nat. II., Sér. t. III., Kot., p. 329.

wie *Parnassia palustris* und *Nitraria schoberi,* findet sich eine genauere Beschreibung nur bei Parmentier.[1])

Im allgemeinen herrscht eine sehr große Übereinstimmung im Bau der Pollenkörner bei allen untersuchten Arten, und nur in bezug auf Größe und Beschaffenheit der Exine lassen sich kleine Unterschiede nachweisen.

Die Farbe der meisten Pollenkörner ist am trocknen Material hellgelb bis braun. Bei *Reaumuria squarrosa* finden sich unter gelblichen Körnern nicht gerade selten auch violettrot gefärbte, die ihre Farbe auch in Schwefelsäure beibehalten.

Was die Gestalt des Pollens anlangt, so kommen neben vollkommen kugeligen Körnern immer ellipsoidische, gefaltete Formen vor, die in Wasser meist die runde Form wieder annehmen.

Alle Arten zeigen drei äquatorial gelegene, spaltenförmige Austrittsstellen, die ziemlich weit bis zu den Polen reichen.

Die Größenverhältnisse schwanken insoweit, als bei *Reaumuria* und *Hololachne,* bei denen übrigens ellipsoidische Körner seltener sind, die größten Formen 32 μ im Durchmesser erreichen, ellipsoidische 40 μ Länge *(R. hypericoides).* Die kleinsten zeigt *R. kermanensis* mit 18 μ Durchmesser. Beim *Tamarix*-Pollen und dem vollständig gleichen *Myricaria*-Pollen treten kleinen Formen mit 15 μ Durchmesser gegenüber die Mehrzahl der Arten mit 20—26 μ großen Körnern. Doch sind bei den einzelnen Arten immer verschiedene Größen zu finden.

Was die Exine anlangt, so ist sie bei allen Arten ziemlich gleich dick; nur bei *T. indica* wurde eine auffallend dünne Exine beobachtet. Der äußeren Beschaffenheit nach ist die Exine entweder nahezu glatt oder sie zeigt eine mehr oder minder deutliche feinwabige Oberfläche. Pollenkörner mit glatter oder fast glatter Oberfläche wurden gefunden allgemein bei der Gattung *Reaumuria* und *Hololachne* und einer Anzahl von Arten von *Myricaria* und *Tamarix (T. florida, gallica, gracilis, indica, mannifera, passerinoides, senegalensis, smyrnensis, tetragyna, Myricaria germanica, davurica).* Deutlich feinwabige Exine besitzen *T. africana, augustifolia, anglica, articulata, chinensis, dioica, elegata, hispida, juniperina, Kotzschyi, laxa, macrocarpa, odessana, Pallasii, parviflora, ramosissima, tetrandra, usneoides* sowie *Myricaria elegans.*

[1]) W. Parmentier, Recherches sur le Pollen des Dialypétales. Journal de Botanique Vol. XV, p. 422.

Untersuchungsmaterial.

I. Reaumuria L.

R. hypericoides Willd. Hohenacker, Georgia. Herb. Hamb. Erl. Monac. Sintenis Nr. 651a, 1295, Transcasp. (als *R. cistoides* Ad.) Herb. Hamb. Hsskn.

R. hypericoides var. *latifolia* M. v. B. Bornmüller Nr. 3367, 3369, Persia austro-or. Herb. Hsskn. Litwinow Nr. 30 Turcomannia Herb. Hsskn.

R. hypericoides var. *latifolia* Trautv. Sintenis Nr. 507, Transcasp. Herb. Hsskn.

R. squarrosa Jaub. et Sp. Strauß, Persia occid. Herb. Hsskn.

R. desertorum Hsskn. Bornmüller Nr. 3363, Persia austro-orient. Herb. Hamb. Hsskn. Strauß, Persia occid. Herb. Hsskn.

R. hirtella Jaub. et Sp. Hohenacker Nr. 272, 420, Sinai. Herb. Hamb. Erl. Mon. Hsskn. Volkens, Kairo. Taubert, Cyrene Nr. 752. Kugler, Hélouan. Bornmüller Nr. 10437, Kairo (als *R. vermiculata*). Herb. Hsskn.

R. mucronata Jaub. et Sp. Chevallier, Sahara Nr. 192. Gaillardot Nr. 332, Ägypt. Todaro Nr. 1375, Sicilia. Kugler, Biskrah. Herb. Hsskn.

R. fruticosa Bge. Sintenis Nr. 1252, Transcasp. Herb. Hamb. Hsskn.

R. oxiana Boiss. Sintenis Nr. 1260, Transcasp. Herb. Hsskn.

R. kermanensis Bornm. Bornmüller Nr. 3360, Persia austro-or. Herb. Hamb. Hsskn.

II. Hololachne Ehrbg.

H. soongarica Ehrbg. Altai. Herb. Erl.

III. Tamarix L.

(Die Anordnung nach: Niedenzu „Dissertatio de genere Tamarice", in Ind. lect. Lycei Hosiani Brunsberg. 1895/96.)

A. Sessiles Ndz.

T. tetragyna Ehrbg. Suez. Herb. Hamb.

T. Meyeri Boiss. Bornmüller, Palästina Nr. 236. Herb. Hamb.

T. tetrandra Pall. Siehe Nr. 371, Cilicia. Láug et Szovits, Herb. Ruthen. Nr. 146. Herb. Hamb.

T. elongata Led. Herb. Monac.
T. Kotschyi Bge. Bornmüller Nr. 3356, Persia austro-or. Herb. Hamb.
T. laxa Willd. Becker, Sarepta. Herb. Monac.
T. parviflora DC. Heldreich Nr. 928, Graecia. Herb. Monac.
T. florida Bge. Bornmüller Nr. 3343, 3353, Persia austro-orient. Herb. Hamb.
T. juniperina Bge. China. Herb. Monac.
T. africana Desf. Schulz Nr. 2739, Italia. Herb. Erlang.
T. hispida Willd. Karelin et Kiriloff Nr. 1480, Songaria. Herb. Monac.
T. anglica Webb. Schulz Nr. 1771. Herb. Erl.
T. gracilis Willd. Hohenacker, Kaukasus. Herb. Hamb. Erl.
T. gallica L. Bornmüller Nr. 614, Madeira. Herb. Hamb.
T. Pallasii Desv. Bornmüller Nr. 3345, 3347, Persia austro-or. Hohenacker, Kaukasus. Stříbrny, Bulgaria, Herb. Hamb.
T. chinensis Lour. Japan. Herb. Monac.
T. odessana Stev. Köhne Nr. 298. Herb. Monac.
T. smyrnensis Bge. Fleischer, Smyrna. Herb. Erl.
T. mannifera Ehrbg. Schimper Nr. 329, Arabia. Herb. Hamb.
T. indica Willd. Schimper Nr. 728, Abyssinien. Schlagintweit, Himalaya. Herb. Hamb.
T. senegalensis DC. Perottet Nr. 349, Senegal. Herb. Monac.

B. Amplexicaules Ndz.

T. macrocarpa Ehrbg. Bornmüller Nr. 3351, Persia austro-or. Herb. Hamb.
T. passerinoides Del. Bornmüller Nr. 3350, Persia austro-or. Herb. Hamb.
T. stricta Boiss. Brandis, India-or. Herb. Hamb.
T. ericoides Willd. Hügel, India-or. Herb. Monac. Brandis, India-or. Herb. Hamb.
T. articulata Vahl. Fischer Nr. 120, Africa austro-occid. Brandis, India-or. Herb. Hamb.
T. dioica Roxb. Griffith Nr. 959, Afghanistan. Herb. Ind.-or. Hooker fil. et Thomson, Herb. Monac. Schlagintweit, Himalaya. Herb. Hamb.
T. usneoides E. Mey. Drège, Kapland. Herb. Hamb.

IV. Myricaria Desv.

M. davurica Ehrbg. Schlagintweit, Tibet. Herb. Hamb.
M. elegans Royle. Schlagintweit, Tibet. Herb. Hamb. Hooker fil et Thomson, India-orient. Herb. Monac.
M. germanica Desv. Schulz Nr. 794. Siehe Nr. 490, Cilicien. Herb. Hamb.

M. germanica var. *prostrata* Bth. et Hook. Herb. Ind.-or. Hooker fil. et Thomson. Herb. Monac.

M. alopecuroides Schrenk. Karelin et Kiriloff Nr. 1481, Songaria. Herb. Monac.

M. longifolia Ehrbg. Besser, Mongolia. Herb. Monac.

Stammabschnitte: *Tamarix articulata, gallica, dioica, ericoides.* Collect. D. Brandis, India-orient. Botan. Museum Hamburg.
T. tetrandra, odessana, ex horto bot. Hamb.
Myricaria germanica, coll. Rheinufer b. Thusis.

Lebenslauf.

Carl Brunner, geboren am 14. Oktober 1874 zu Castell als Sohn des verstorbenen Kassiers der Fürstlich Castellschen Kreditkasse daselbst Martin Brunner und seiner Ehefrau Marie, geb. Wüst, evangelischer Konfession und bayrischer Staatsangehörigkeit, widmete sich nach Absolvierung des humanistischen Gymnasiums Erlangen zuerst dem Studium der Jurisprudenz, dann vom Wintersemester 1900/01 ab dem der Naturwissenschaften an der Universität Erlangen. Im Oktober 1902 unterzog er sich mit Erfolg in München der Lehramtsprüfung aus den beschreibenden Naturwissenschaften und im folgenden Jahre der in der Chemie. Vom 1. November 1903 bis 30. September 1904 war er darauf als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an den Botanischen Staatsinstituten in Hamburg tätig und bezog mit Beginn des Wintersemesters 1904/05 von neuem die Universität Erlangen, wo er sich bis Anfang Sommersemester 1905/06 speziell dem Studium der Botanik widmete, mit einer Unterbrechung vom 1. Oktober bis Ende Dezember 1905, während welcher Zeit er an das Königliche Realgymnasium Nürnberg berufen war. Durch Dekret des Königlich Württembergischen Kultusministeriums vom 18. Mai 1906 wurde ihm die Stelle eines Assistenten am botanischen Institut der Königlich Württembergischen Landwirtschaftlichen Hochschule in Hohenheim übertragen, die er am 15. April 1907 verließ, um vom gleichen Tage an wiederum die eines wissenschaftlichen Hilfsarbeiters an den Botanischen Staatsinstituten in Hamburg zu übernehmen.